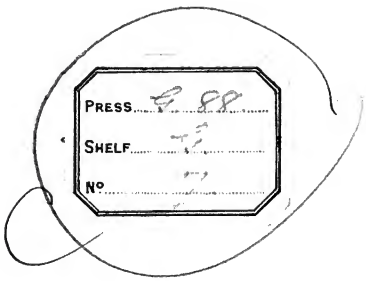
600016242L



1658 d 85

HANDBUCH

DER

VERGLEICHENDEN ANATOMIE.

LEITFADEN

BEI ZOOLOGISCHEN UND ZOOTOMISCHEN VORLESUNGEN

VON

EDUARD OSCAR SCHMIDT,

DOCTOR DER PHILOSOPHIE, DER MEDICIN UND CHIRURGIE, O. Ö. PROFESSOR DER ZOOLOGIE UND VERGLEICHENDEN ANATOMIE AN DER UNIVERSITÄT ZU STRASSBURG.

Alle Gestalten sind ähnlich und keine gleichet der andern;
Und so deutet der Chor auf ein geheimes Gesetz.

Goethe.

ACHTE

UMGEARBEITETE UND MIT HOLZSCHNITTEN VERSEHENE AUFLAGE.

JENA,
VERLAG VON GUSTAV FISCHER.
1882.

Vorwort.

Die erste Auflage dieses Buches erschien vor 33 Jahren und ging unmittelbar hervor aus den Vorbereitungen zu meinem ersten Collegium über vergleichende Anatomie, in welchem ich vor zwei, nicht immer vollzählig vorhandenen Zuhörern reproducirte, was ich ein paar Jahre früher von Johannes Müller gelernt hatte. Der junge Docent gab alles, was er besass; und damit erhielt das Werk, neben vielen offenbaren Mängeln, die ich in der Folge auszubessern bemüht war, einen anerkannten Vorzug, den der Knappheit der Darstellung und der Sparsamkeit in der Mittheilung des Details. Durfte man aber eine solche Gedrängtheit schon damals für ein wesentliches Erforderniss eines für den Anfänger bestimmten vergleichend-anatomischen Leitfadens halten, so haben diese Eigenschaften einen immer höheren Werth erhalten, je mehr die Wissenschaft seitdem mit Thatsachen bereichert, durch die Descendenzlehre mit Gedanken erfüllt und umgestaltet wurde. Das Buch ist diesen Wandlungen unablässig gefolgt und hat das Glück gehabt, einer stattlichen Reihe von Studenten-Generationen immer verjüngt entgegentreten zu können.

Der mit der 5. Auflage gemachte Versuch, die Systematik der Zoologie in kürzeren Uebersichten dem Werke einzuverleiben, hat sich bewährt, so dass es den Vorträgen über Zoologie zu Grunde gelegt werden konnte.

Diesmal habe ich nun einem vielfach kund gegebenen Wunsche mich gefügt und diese Auflage mit einer mässigen Anzahl von Holzschnitten ausgestattet. Möge das Buch auch fernerhin ein Studentenbuch bleiben und mich in jener lebendigen Berührung mit der Jugend erhalten, welche dem Universitätslehrer die unentbehrliche Geistesfrische und Receptivität sichert.

Strassburg im Elsass
1. Mai 1882.

Oscar Schmidt.

RADCLIFFE LIBRARY
UNIVERSITY
4 NOV 82
MUSEUM
OXFORD

Einleitung.

Anorganische und organische Körper.

Die Grundstoffe, welche in den belebten oder organischen Körpern — den Organismen — nachgewiesen sind, finden sich auch in den anorganischen Körpern. In allen Organismen zeigen sich jedoch complicirtere, leicht veränderliche Kohlenstoff-Verbindungen. Die Kräfte und Gesetze, unter deren Herrschaft die Verbindungen und Bewegungen jener Stoffe zu Stande kommen, sind hier wie dort dieselben.

Die Theile der Organismen, an welchen wir die mit dem Worte „Leben" zusammengefassten Bewegungs- und Umwandlungs-Erscheinungen und Aeusserungen dieser Bewegungen vor sich gehen sehen, befinden sich im Zustande der Quellung.

Diese Imbibitionsfähigkeit der organischen Substanz erklärt auf rein physicalischem Wege schon jetzt einen grossen Theil der Vorgänge, welche früher einer wunderbaren „Lebenskraft" zugeschoben wurden (Traube, Erscheinungen an künstlichen Zellen). Auch die Form der organischen Theile und mithin der Organismen, ihre Begränzung durch krumme Flächen, wird hierdurch bedingt (Schwann 1839).

Einfachste Organismen.

Die einfachsten selbständigen Lebewesen treten auf als formwechselnde Klümpchen einer Substanz, welche mikroskopisch homogen erscheint, chemisch aber, wenn auch in der Zusammensetzung aus den 4 fundamentalen Grundstoffen dem Eiweiss sich anschliessend, dennoch durch Zumischung anderer, auch bei den höchsten Organismen vorkommenden Grundstoffe eine noch kaum übersehbare Complicirtheit besitzt. Dies ist das Protoplasma. Seine Function, das Leben, äussert sich in der, in ihren physicalischen Ursachen noch nicht hinlänglich ergründeten Bewegung

und Contractilität besonders durch Hervorstrecken veränderlicher Fortsätze, in der Ernährung durch Assimilation umflossener oder in das Innere aufgenommener Substanzen und in der Fortpflanzung durch Theilung. Alle diese Erscheinungen setzen eine nicht näher zu definirende Reizbarkeit der organischen Molecüle (Plastidule) voraus. Solche und ähnliche Körper sind indifferenter Natur, d. h. können weder für wahre Pflanzen noch für wahre Thiere gehalten werden. Häckel's Moneren, Organismen ohne Organe.

Die Zelle als Elementarorganismus.

Im Bereiche sowohl des niedrigsten pflanzlichen uud thierischen Lebens als bis in die höchsten Formen hinauf tritt die Zelle theils als selbständiges Lebewesen auf, theils als der Formbestandtheil und das Grundorgan, von welchem alle weitere Entwicklung und Complication ausgeht. Man verstand ursprünglich unter der Zelle den lebenden Körper oder Körpertheil, bestehend aus einer Hülle oder Zellmembran, einem festeren Kern, an oder in welchem sich noch das kleinere, durch moleculäre Zusammensetzung und Consistenz sich abhebende Kernkörperchen befindet, endlich dem übrigen Zelleninhalt oder Zellsubstanz. Es hat sich gezeigt, dass mindestens die Membran kein wesentlicher Bestandtheil ist, und dass die Zellsubstanz, identisch mit dem oben genannten Protoplasma, selbst wieder aus einer homogenen Grundmasse und (meist) in dieselben eingestreuten äusserst feinen Körnchen besteht. Auch das noch unveränderte Zellen-Protoplasma pflegt durch jene Bewegungsfähigkeit oder Contractilität ausgezeichnet zu sein.

Die Zelle ist ein wirklicher Organismus, d. h. ein Körper, bestehend aus Theilen, welche verschiedene Eigenschaften haben und zum Bestande und der Vermehrung des Körpers in verschiedener Weise mitwirken.

Das Leben der Zelle äussert sich a) in den Bewegungen und Formveränderungen, welche lediglich auf der Contractilität des Protoplasma beruhen. Ungemein häufig sind die sogenannten Flimmerzellen, deren äusserste Protoplasmaschicht in einen oder mehrere haarförmige Fortsätze ausgeht, die in ununterbrochener schwingender Bewegung sind. Das einzelne Härchen heisst Flimmerhaar, Flimmer oder Wimpercilie, wenn es länger ist und einzeln oder zu zweien steht — Geissel.

Es umfasst b) der Stoffwechsel der Zelle die Erscheinungen der Ernährung und des Wachsthums. In der Regel imbibirt die Zelle Lösungen; hüllenlose Zellen können aber auch feste Stoffe in ihr Protoplasma aufnehmen. In beiden Fällen dienen als Nahrung solche Substanzen, welche durch chemische Einwirkung der Zelle assimilirt, d. h. in die Bestandtheile der Zelle umgearbeitet werden können, oft unter Abgabe verbrauchter Stoffe. Auf dem Ueberschuss der assimilirten Masse beruht das Wachsthum. Im zusammengesetzten Organismus begegnet man aber fast immer Zellen, welche von Aussen eingeführte oder dem Organismus entnommene Stoffe nicht zum eigenen Nutzen verwenden, sondern zu Secreten umwandeln, oder als Excrete abscheiden und selbe zu verschiedenen Zwecken wieder abgeben. Eine Zelle, welche im Dienste des Organismus ein Secret oder Excret liefert, ist eine Drüse.

Der dritte Erscheinungskreis c) ist der der Fortpflanzung oder Vermehrung. Die Zellenvermehrung, mit dem Wachsthum auf's Innigste zusammenhängend, geschieht durch Knospung, Theilung oder die sogenannte endogene Zellbildung. Die letztere unterscheidet sich von der Theilung, dass bei dieser die ganze Mutterzelle in eine zweite Generation zerfällt, bei jener die Mutterzelle neben der im Innern neu gebildeten und abgetheilten Tochtergeneration bestehen bleibt. Seltener findet freie Zellenbildung in amorpher Grundmasse statt. Ueber die complicirten Vorgänge bei der Theilung des Zellkerns berichtet: Strasburger, Ueber Zellbildung und Zelltheilung. 3. Aufl. Jena 1880. Dazu die einschlägigen Arbeiten von Bütschli, O. Hertwig, Fol.

Die geschilderten Zellen finden sich also in gleicher Weise bei verschiedenen Gruppen zweifelhafter Natur, wie im Pflanzen- und Thierreiche. Wegen der ausgedehnten Verbreitung der Bewegungsphänomene im Pflanzenreich, des Mangels eines Kriteriums, in den niedern Thiergruppen freiwillige von unfreiwilliger Bewegung zu unterscheiden, Reizbarkeit von der Empfindungsfähigkeit, kurz, wegen der Unbestimmtheit oder Gleichartigkeit der morphologischen und chemisch-physiologischen Vorgänge und Begriffe in den Gebilden der niederen Organismen, ist eine scharfe Gränze zwischen Pflanze und Thier zu ziehen unmöglich.

Die Organe und Organsysteme des thierischen Organismus.

Der Betrachtung der Protozoen muss es vorbehalten bleiben, zu zeigen, in wie weit freies Protoplasma die Stelle einfacher oder zusammengesetzter Organe vertreten kann.

Der Zelle als nicht mehr selbständigem Individuum, sondern als Theil und im Dienste eines thierischen Organismus kommen im Allgemeinen dieselben Eigenschaften zu, welche oben geschildert wurden. Sie ist Ausgangspunkt der ungeschlechtlichen und geschlechtlichen Vermehrung und Fortpflanzung. Wie sie aber dabei nicht isolirt bleibt, sondern in Knospe, Keim und Embryonalanlage sich zu Zellenapparaten vermehrt, so erscheint sie auch im ausgebildeten Organismus seltener vereinzelt (einfache, aus einer Zelle bestehende Drüsen mancher Gliederthiere und Würmer), sondern in Anhäufungen. Man nennt dieselben und alle aus der Umbildung von Zellen hervorgehenden Körpertheile Gewebe, ohne dabei ihre weitere Combination und ihr Zusammentreten zu zusammengesetzten Organen und Apparaten zu berücksichtigen.

Hautartige, flächenhafte Ausbreitungen dicht gedrängt bei einander stehender und in der Regel auch eine Flüssigkeit absondernder Zellen werden als Epithelien oder Schleimhäute bezeichnet. Epidermis. Eine den Zoologen ganz besonders interessirende Art dieser Epithelien ist das aus einzelnen Wimperzellen zusammengesetzte Flimmerepithelium. Dasselbe heisst Geisselepithelium, wenn aus jeder Zelle nur eine längere Wimper oder Geissel hervortritt.

Durch eine andere Gattung von Zellenanhäufungen und Zellensecretionen entsteht die Bindesubstanz, bestimmt, allen übrigen Theilen des Körpers ihren Halt zu geben und den Zusammenhang zu vermitteln. Knochen- und Knorpelgerüst, sowie alle skeletartigen Organe der nicht mit einem eigentlichen Knochenskelet versehenen Thiere, die verschiedenartigen Drüsengestelle, die Ueberzüge der Drüsen so wie deren innere Auskleidungen u. s. w. gehören in diese Kategorie. Die Zellen der Bindesubstanz sind also nach ihrer Thätigkeit mit den Drüsenzellen zu vergleichen, sie selbst aber sammt der von ihnen abgeschiedenen Materie bilden ein bleibendes Ganzes, was nur am allgemeinen Stoffwechsel des Organismus Theil nimmt. Die Bindesubstanz tritt in den mannigfachsten Graden der Consistenz auf; sie kann einer Sulze gleichen (Quallen), während

auch das härteste Zahnbein aus Bindesubstanz besteht. Desgleichen finden sich alle Uebergänge von einer fast ganz aus Zellen gebildeten Bindesubstanz zu solcher, wo die Ausscheidungen, d. h. die Extra- und Intercellularsubstanz so überwiegen, dass die Zellen nur vereinzelt erscheinen. Der Knorpel der höheren Thiere giebt ein Beispiel von Bindesubstanz, worin die Zellen unregelmässig zerstreut sind; die Hautbedeckungen der Insecten zählen dagegen zu den sogenannten Cuticularbildungen, wobei die ausscheidenden Zellen sich continuirlich flächenhaft gleich einem Epithelium ausbreiten und nur nach einer Seite hin secerniren.

Nicht selten finden wir im Organismus selbständig sich bewegende, den Ort wechselnde Zellen, Wanderzellen, z. B. als Eier vieler Coelenteraten. Aber als contractiles Element, in der Eigenschaft als Bewegungsorgan behält die Zelle seltener ihre Bläschenform bei. Viel mehr geht aus ihr das Muskelgewebe hervor. Die einfachste Form des letzteren kommt bei den Süsswasserpolypen (Hydra) vor. Hier gehen von den Zellen der äussern Körperschichte contractile Fortsätze aus, welche in ihrer Gesammtheit eine in der Mitte der Körperwand liegende Muskelschichte repräsentiren.

Damit ist der Uebergang vermittelt zu demjenigen Muskelgewebe, wobei die Zellen eine gestreckte spindelförmige, ja sogar fadenförmige Gestalt annehmen, als Faserzellen. Der Inhalt der einzelnen Zellen wird hierbei in der Regel nicht weiter differenzirt, bleibt glatt; seltener erscheinen diese Muskelzellen mit einer Längs- oder Querzeichnung. Complicirter ist das Primitivbündelgewebe. Die sogenannten Primitivbündel, umgeben von einer wahrscheinlich in die Gruppe der Cuticularbildungen gehörigen glashellen Scheide, dem Sarcolemma, entstehen durch die Betheiligung einer oder mehrerer Zellen, deren Inhalt immer quergestreift wird. Er sondert sich in würfelförmige oder scheibenförmige kleinste Theilchen, verbunden durch die homogene Flüssigkeit und meist in Längsreihen zu Fibrillen angeordnet.

Auch die Empfindung und der Impuls zu den Bewegungen wird durch Zellen und Zellenabkömmlinge vermittelt, durch die Nervenzellen oder Ganglienzellen, auch Ganglienkugeln, und die Nervenfasern. Als erstere fungiren oft, z. B. bei den Coelenteraten, Zellen der Haut, welche kaum durch eine etwas zartere Beschaffenheit sich auszeichnen, aber durch ihre Verbindung mit den Nervenfasern erkannt werden.

Im Innern des Organismus erscheinen sie oft ohne Membran, als hüllenlose Ballen einer weichen, homogenen, zahlreiche Körnchen zusammenhaltenden Substanz, aus welcher Kern und Kernkörperchen — letzteres bei Wirbellosen oft in der Mehrzahl vorhanden — immer klar hervortreten. Seltener sind diese Kugeln ohne Fortsätze; gewöhnlich gehen sie in eine oder mehrere Fasern über. Die am meisten verbreiteten dieser Gebilde sind die dunkelrandigen Nervenfasern, von deren Bestandtheilen (Hülle, Markscheide, Axencylinder) der Axencylinder der wichtigste. Abgesehen von dem Zusammenhange mit den Ganglienkugeln hat man eine Reihe sehr eigenthümlicher Endigungen der Nervenfasern an der Peripherie kennen gelernt, auf welche der vergleichende Anatom eingehen muss. Die Nervenfaser kann sich gegen das Ende ihres Verlaufes hin wiederholt theilen, worauf jedes Zweigelchen, wie in andern Fällen die ungetheilte Faser, endigen kann. Endplatten. Stäbchen und Stifte. Tastkörperchen. Freie Endigung der Fasern der Geruchsnerven an der Oberfläche der Nasenschleimhaut. Directer Uebergang der Nervenfasern in die Epithelzellen der Speicheldrüsen.

Die eben betrachteten Gewebe und mehr oder weniger homogenen, aus gleichartigen Bestandtheilen gebildeten Organe vereinigen sich nun zu zusammengesetzten Organen, Apparaten und Organsystemen, in denen die einfacheren Bestandtheile in gegenseitiger Abhängigkeit stehen; und alle diese Complexe feinerer Theile treten zur Harmonie des Organismus zusammen.

Wie an der Zelle, so beziehen sich auch am höchsten Thiere alle Lebensäusserungen entweder auf die Erhaltung des Individuums oder auf die Erhaltung der Art. Ohne dass der specielleren Untersuchung aller jener Organe und Apparate, durch deren Ineinandergreifen der Lebensprocess verläuft, und auf deren verschiedenartiger Ausprägung und Lagerung die Mannigfaltigkeit der thierischen Organismen beruht, vorgegriffen werden soll, muss sich der Anfänger doch mit einer schematischen Uebersicht derselben bekannt machen.

Man wird jedes Thier zu beurtheilen und zu verstehen beginnen, so wie seine Verwandtschaft und systematische Stellung bestimmen können, wenn man folgende Organsysteme an sich und in ihrem Verhältniss zu einander untersucht hat:

1. Haut und Hautskelet,
2. Bewegungsorgane, inneres Skelet,

3. Nervensystem und Sinnesorgane,
4. Ernährungssystem,
5. Fortpflanzungssystem.

1. Haut- und Hautskeletsystem. Die Hautbedeckungen variiren vom zartesten Flimmerepithelium bis zum Horn- und Knochenpanzer. Jene feineren Bildungen eignen sich vorzugsweise für Wasserthiere. Im Allgemeinen sind die Hautbedeckungen Schutzorgane und machen den thierischen Organismus mehr zu einem innerlichen, als es bei der Pflanzenwelt der Fall ist. In minder wirksamem Grade geschieht dies durch Absonderung einer dünnen Cuticula. Dann treten Verdickungen dieser organischen Ausscheidungen (Arthropoden) und Ablagerungen von Kieselsäure und von Kalksalzen auf, wodurch die Hautbedeckungen zum Hautskelet werden. Bei den höheren Thieren finden wir die Verhornung sehr verbreitet, deren Producte (Nägel, Federn, Haare, Hornscheiden u. s. w.) nicht sowohl Ausscheidungen von Zellen als eigenthümlich umgewandelte Zellen selbst sind. Auch wahre, aus der Umwandlung der weichen Bindesubstanz hervorgehende Knochen können zum Hautskelet verwendet werden (Gürtelthier).

2. Bewegungsorgane. Die activen Bewegungsorgane der bei weitem meisten Thiere sind Muskeln, welche in Form und Leistung die Eigenschaften ihrer oben erwähnten Elemente in höherer Potenz wiederholen. Ihre Mannigfaltigkeit besteht daher nur in der generellen Verschiedenheit ihrer Faserelemente, in deren Menge und in ihrer mehr oder minder scharfen Trennung von einander. Bei allen Thieren mit einem ausgeprägten Haut- oder innerem Skelet werden von letzterem die Stützen und Hebel gebildet, als passive Bewegungsorgane, deren die Muskeln sich bedienen.

3. Nervensystem und Sinnesorgane. Die meisten Thiere von einer gewissen Stufe der Entwicklung und Complication des Baues besitzen ein Nervensystem. Man unterscheidet an ihm die Centraltheile, in welchen die Eindrücke zu Empfindungen, Wahrnehmungen, Urtheilen, Willensimpulsen verarbeitet werden, und von wo aus die peripherischen Theile (Nerven) ihren Ursprung nehmen. Letztere sind entweder zur Leitung der äusseren Eindrücke nach dem Centrum bestimmt oder pflanzen die von dem Centrum ausgehenden Erregungen fort. Innervation. Vermittlung der Bewegungen und der secretorischen Thätigkeiten.

Aus der Verbindung von Nerven mit organischen Apparaten,

geeignet, specifische äussere Reize und Einwirkungen aufzunehmen und unmittelbar auf jene Nerven zu übertragen, entstehen die Sinneswerkzeuge.

So ist eine der häufigsten Formen der Tastorgane die, dass ein haarartiger Hautfortsatz mit seiner Wurzel das Ende der Tastnerven berührt und jeden Druck, den die Spitze empfängt, unmittelbar auf die Nerven fortpflanzt. Tastpapillen der menschlichen Haut.

Von allen Thieren, ausgenommen solche, welche durch allgemeine Hautaufsaugung ihre Nahrung aufnehmen (Bandwürmer), muss man voraussetzen, dass sie mit Geschmackssinn begabt seien. Die Geschmacksorgane sind immer in der der Mund- und Rachenhöhle entsprechenden Abtheilung des Ernährungscanales zu suchen und sind in einfachster Weise realisirt durch blosse oberflächliche Ausbreitung eines bestimmten Geschmachsnerven. Wenn die Faserenden nicht auffallend und ihr Verbreitungsbesirk nicht scharf umschrieben, wird das Organ oft übersehen werden. Daher denn auch bei einer grossen Zahl niederer Thiere eigentliche Geschmackswerkzeuge nicht nachweisbar sind.

Fast dasselbe lässt sich von den Geruchsorganen sagen, die um so weniger *a priori* als allgemein vorhanden anzunehmen sind, als sie offenbar in der thierischen Oeconomie am leichtesten entbehrt werden können, und ihr Mangel durch die andern Sinne ausgeglichen werden kann. Die Faserenden des Geruchsnerven bedürfen eines Epitheliums, durch welches hindurch die riechenden Stoffe leicht dringen. Nach den an den höheren Thieren gemachten Entdeckungen dringen dort die eigenthümlich modificirten Enden der Geruchsnervenfasern zwischen die Zellen des Epitheliums an die Oberfläche und treten mithin mit den Riechstoffen unmittelbar in Berührung. Alle übrigen Theile der Riechwerkzeuge sind daher ein blosser Schutz für die zarten Nervenausbreitungen. Das Geruchswerkzeug ist um so vollkommener, je zahlreichere Nervenenden gleichzeitig afficirt werden.

Innerhalb des Kreises der Gesichtsorgane finden sich alle möglichen Abstufungen der Leistungen von der unbestimmten Perception von Licht und Dunkel bis zum vollkommenen Erfassen der Bilder der Aussenwelt. Damit ein Thier wirklich sehe, muss ein lichtbrechender und lichtsammelnder Apparat vorhanden sein, welcher von den äusseren Objecten Bilder entwirft; es muss mit diesem Apparat eine eigenthümlich modificirte Endausbreitung *(retina)* des

Gesichtsnerven verbunden sein, auf welche das Bild fällt. Sind die lichtbrechenden Medien starr, so können die mit solchen Augen versehenen Thiere nur von Gegenständen aus einer bestimmten Entfernung deutliche Bilder bekommen. Dem ist bei den höheren Thieren durch die Accommodationsfähigkeit vorgebeugt, während zugleich durch die besondere Krümmung der Medien und durch den verschiedenen Brechungsindex der hinter einander liegenden Medien den Uebelständen der sphärischen Aberration und der Farbenzerstreuung abgeholfen wird.

Es versteht sich nun von selbst, dass bei Einfachheit des lichtbrechenden Apparates das Auge unvollkommen bleibt. In vielen Fällen genügt dem Thiere eine einfache Linse. Es ist endlich denkbar, dass gar kein das Licht leitender Apparat vorhanden, und dass die unvermittelte Affection von Nervenenden genügt, um im Centralorgan Lichtempfindungen zu erregen. Die Lichtempfindung wird in diesem Falle in dem Gemeingefühl mit aufgehen. Viele niedere Thiere, obschon ohne Spur von Augen, suchen oder fliehen das Licht, indem alle oder einzelne Zellen auf den Lichtreiz reagiren, wie bei den Pflanzen.

Die Gehörwerkzeuge verlangen eine Vorrichtung, welche Schallwellen leicht zum nervösen Theil des Organes fortpflanzt. Diess geschieht bei den niederen Thieren in der Regel durch Bläschen, erfüllt mit einer Flüssigkeit und sehr oft einen oder mehrere Kalkkrystalle enthaltend. Auch können die Gehörorgane in Gestalt von Tastwerkzeugen auftreten (Krebse), da die Schallschwingungen nicht anders als durch Druck und Stoss wirken. Die Vervollkommnung der Gehörorgane beruht einmal auf der Entfaltung und Gliederung der Leitung und dann natürlich auf der Vervielfältigung und dem besonderen Bau der Nervenfaserenden.

Es ist bekannt, dass, je verschiedenartiger an Dichtigkeit zwei Körper sind, desto schwieriger die Fortleitung der Schallwellen aus dem einen in den anderen erfolgt, und dass die Wellen um so schwächer werden. Die Leitung erfolgt also schwerer aus der Luft in den Thierkörper, als aus dem Wasser. Die Wasserthiere werden also im Allgemeinen einen einfacheren acustischen Apparat bedürfen als die Luftthiere.

4. Ernährungssystem. Die meisten Thiere sind mit einer besonderen Einstülpung oder Höhlung zur Aufnahme der Nahrung versehen, dem Darmkanale. Die einfachste Form ist die eines Sackes mit einer Oeffnung; dann sondert sich eine eigne Mund-

höhle nebst Schlund ab und finden sich die verschiedenen Gliederungen der übrigen Strecke in einen oder mehrere Magen, Dünndarm, Dickdarm und Mastdarm ein. Die Anatomie hat hierbei zunächst die verschiedenen Greif- und Zerkleinerungsorgane des Mundes und der Mundhöhle zu berücksichtigen und dann jene zahlreichen Drüsen, die theils als einzelne Zellen oder kleinere Drüsenschläuche in den Epithelien des Darmkanals verborgen liegen, theils als grössere und compactere Organe nur durch ihre Ausführungsgänge mit dem Darmcanal zusammenhängen, und deren Secrete zur Erweichung und Zerlegung der Speisen bestimmt sind.

Mithin muss sich an die Betrachtung des *Tractus alimentarius* diejenige der Speicheldrüsen, der Leber und Bauchspeicheldrüse schliessen.

Der durch die Verdauung gewonnene Nahrungssaft ist das Blut, welches aus den Wandungen und unmittelbaren Umgebungen des Darmkanals nach allen übrigen Körpertheilen geleitet wird und woraus jedes Gewebetheilchen die ihm eigenthümlichen Substanzen sich assimilirt, und wiederum die Drüsen ihre Secrete oder Excrete abfiltriren.

Das Blut besteht aus Protoplasmakörperchen, welche oft zu hüllenlosen Zellen werden, gefärbt oder ungefärbt, und aus einer Flüssigkeit, die auch bald farblos ist, bald gefärbt.

Der Nahrungssaft durchdringt oft den Körper unmittelbar, indem er die Lücken zwischen den Organen auf mehr oder minder unregelmässiger Bahn durchläuft. Häufiger ist für seine Vertheilung durch ein Gefässsystem Vorsorge getroffen. Dasselbe ist entweder unvollständig, so dass das Blut einen Theil seines Weges in blossen wandungslosen Lacunen zurücklegt, oder vollständig und geschlossen. Diejenigen Strecken des Gefässsystems, welche mit einem selbständigen Muskelbeleg versehen und durch besondere Nerven zu regelmässigen Contractionen angeregt sind, heissen Herzen, die hiervon ausgehenden Gefässe Arterien, die zuführenden Venen.

Auf dem Wege durch den Körper erleidet das Blut sehr bemerkenswerthe Umwandlungen; es werden ihm eine Reihe von Stoffen entzogen und es nimmt im Lebensprocesse abgenutzte und unbrauchbare Bestandtheile auf. Es bedarf daher einer fortwährenden Erneuerung und Erfrischung, eines Austausches. Einer der wichtigsten Umtausche ist derjenige von Kohlensäure gegen Sauerstoff; er geschieht durch die Athmungsorgane. Sie

bringen die atmosphärische Luft in möglichst nahe Berührung mit dem Blute, welches daraus den Sauerstoff als einen Gemengtheil ausscheidet. Tritt das Athmungsorgan als eine drüsige Einstülpung auf zur directen Aufnahme der Luft, so heisst es Lunge; eine andere Art von Luft-Athmungswerkzeugen ist nicht localisirt, sondern hat die Form eines durch den ganzen Körper verzweigten Röhrensystems: Tracheen.

Auch bei der sogenannten Wasserathmung kommt nur der Sauerstoff derjenigen Luft zur Verwendung, welche von allem Quell- und Meerwasser absorbirt ist. Der Lunge entspricht die Kieme, eine „ausgestülpte Lunge"; den Tracheen das Wassergefässsystem.

Dass die Haut ohne Weiteres als Respirationsorgan dienen kann, bedarf nach dem Gesagten keiner weiteren Erklärung. Es athmen auch solche niedere Thiere, welche keine besonderen Athmungsorgane haben.

Zur Absonderung stickstoffhaltiger Bestandtheile aus dem Blute dient die Niere. Diese Drüse kommt nicht nur bei den höheren Thieren vor, wenn auch die Harnausscheidungen bei vielen niederen Thieren sich nicht sehr bemerklich machen.

5. Fortpflanzungssystem. Man unterscheidet die ungeschlechtliche und die geschlechtliche Vermehrung. Jene ist die einfachere und ursprünglichere und erscheint, insofern sie an den sich fortpflanzenden Individuen mehr äusserlich verläuft, als Theilung oder Knospung.

Physiologisch streng lässt sich zwischen beiden verschieden benannten Vorgängen keine Gränze ziehen, indem wohl nie das Thier in der Weise in zwei Hälften oder in mehrere gleiche Theile zerfällt, dass nicht noch während des Zusammenhanges jeder sich zum selbständigen Individuum loslösende Theil gleichsam als eine Knospe der anderen Hälfte oder der übrigen Theile zu betrachten wäre. Und im anderen Falle, wo wir Knospenbildung zu haben glauben, geht nicht selten ein wirklicher Theil des Mutterthieres ohne besondere histologische Veränderung in die Knospe über.

An die äussere Knospung schliesst sich die ungeschlechtliche innere Keimbildung an, welche sich entweder nur durch die Verborgenheit des Vorgangs unterscheidet oder eine wesentlich andere Form annimmt, wenn in eigenthümlichen, den Eierstöcken ähnlichen Organen besondere, sich isolirende Zellen oder Zellgruppen, Keime entstehen und zu neuen Individuen sich entwickeln.

Der Charakter der geschlechtlichen Fortpflanzung besteht darin, dass der Embryo durch das Zusammenwirken und die Vereinigung zweier verschiedener Fortpflanzungsstoffe entsteht. Das Ei, als der eine Stoff, bedarf der Befruchtung durch den anderen, den Samen. Gewöhnlich sind besondere Organe vorhanden, in denen sich die Eier und der Same bilden, Eierstock und Hode. Sie sind in seltneren Fällen in merkwürdiger Weise combinirt zu einer Zwitterdrüse, häufiger ohne eine solche Verschmelzung in einem Individuum, Hermaphroditen, vereinigt.

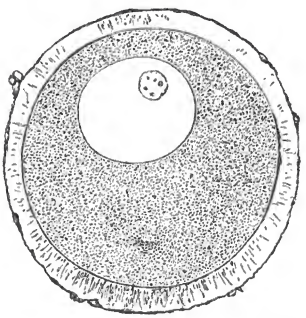


Fig. 1. Reifes Ei von *Asterias glacialis* (n. Fol).

Das Ei ist eine Zelle, deren Kern Keimbläschen, und deren Kernkörperchen Keimfleck heisst. Der übrige Inhalt ist Dotter und Eiweiss.

Bei einigen Thieren kommen regelmässig Eier ohne Befruchtung zur Entwicklung, z. B. bei den Bienen, deren Männchen aus unbefruchteten wahren Eiern hervorgehen.

Die wesentlichen Bestandtheile des Samens sind die in einer Flüssigkeit enthaltenen Samenkörperchen, welche ebenfalls nichts anderes als modificirte Zellen sind. Die am häufigsten vorkommende Gestalt derselben ist die einer Stecknadel, indem sie aus einem Köpfchen und einem Schwanze bestehen. Die Samenkörperchen dieser Gestalt bewegen sich undulirend und sind als freie Wimperorgane zu betrachten. Die bei der Begattung auf das Weibchen zu übertragende Samenportion ist oft von einer besonderen Hülle umgeben, und heisst ein solches Paket Spermatophore.

Nachdem der Eikern gewöhnlich unter Abstossung eines Theiles seiner Masse sich zum weiblichen Vorkern, das Samenkörperchen unter Verlust des schwingenden Fadens zum männlichen Vorkern[1]) sich umgebildet hat, verschmelzen diese beiden —

1) Soll nach Schneider bei Hirudineen, Nematoden und Asteracanthion rubens nicht existiren. Hauptwerk: Fol, Recherches sur la Fécondation etc. 1879.

Befruchtung — zum Kern des befruchteten Eies und es beginnt die Furchung, d. h. die Erzeugung neuer, zum Aufbau des Embryo zu verwendender Zellen durch Theilung. Die Furchung ist entweder eine totale, (primordiale und inäquale nach Häckel[1]), wenn sie sich über die gesammte Dottermasse erstreckt, oder eine partielle, (discoidale und superficiale), wenn nur derjenige Theil des Dotters sich klüftet, aus dem die erste Anlage des Embryo gewonnen wird, während der übrige Theil den sogenannten Nahrungsdotter bildet. Beispiele für die vier, nicht scharf zu trennenden Modificationen sind: Amphioxus, Amphibien, Vögel, die meisten Arthropoden.

Da die erste sich darbietende Hypothese hinsichtlich der Zusammengehörigkeit der gesammten Thierwelt die ist, dass alle von einer Urform abstammen, so ist die Frage nothwendig, wie weit trotz der späteren Verschiedenheit die ersten Stufen der Entwicklung gemeinsame sind oder sich mit einander als homolog vergleichen lassen. Diesen Gedanken hat Haeckel[1]) durchgeführt, indem er nicht nur die Furchungserscheinungen einheitlich auffasste, sondern auch noch die weitere Bildung des Keimes bis zur Vollendung der sogenannten Gastrula als allen aus dem Ei sich entwickelnden Thieren gemeinsam darstellt. Der einfachste Fall ist, dass das ganze Ei gleichmässig sich in eine aus einer einfachen Zellenschicht bestehende Blase umwandelt. Mit der Einstülpung der einen Blasenhälfte in die andere entsteht die Archigastrula, ein Sack, deren Oeffnung der Urmund oder Blastoporus heisst. Die äussere Wand ist das Ectoderm (Epiblast), die innere das Endoderm (Hypoblast). Gewöhnlich geht an letzterer Zellenschicht das Mesoderm (Mesoblast) hervor[2]).

Indem die Fortpflanzung eine directe Theil- und Stoff-Uebertragung von dem elterlichen auf den kindlichen Organismus ist, gehen damit auch die Kräfte und Eigenschaften auf die Nachkommen über, sie vererben sich, auch vererbt sich die Art und die Reihenfolge der Entwicklungsvorgänge. Dieselben stimmen innerhalb eines und desselben Typus in den Grundzügen überein (vergl. unten Vererbung und Anpassung), und so entspricht im Allgemeinen jedem Typus des Baues auch ein bestimmter Typus der Entwicklung.

1) Die Gastrula und die Eifurchung der Thiere. Jenaische Zeitschrift. 1875.

2) Der moderne Standpunkt der mit der Gastrulatheorie zusammenhängenden Lehre von den Keimblättern ist dargelegt in O. u. R. Hertwig's Studien zur Blättertheorie. Jena. Fischer.

Alle Thiere haben im Ei oder überhaupt während der Entwicklung eine Reihe, nach den Typen und Klassen sehr verschieden sich gestaltender Umwandlungen durchzumachen; viele verlassen jedoch das Ei so, dass sie im Allgemeinen dem Mutterthiere oder einem der Eltern vollständig ähneln. Bei sehr vielen ist aber das Neugeborene so auffallend abweichend durch Gestalt, durch den Besitz besonderer, zu besonderer Lebensweise nothwendiger Organe, durch den Mangel anderer, welche für die spätere Lebensperiode erforderlich sind, dass man in diesem Falle vorzugsweise von einer Metamorphose spricht. Wir beschränken diesen Begriff immer nur auf die Veränderungen der Gestalt und des physiologischen Verhaltens, welche ein und dasselbe Individuum betreffen, und die Benennung Larve darf streng und in der ursprünglichen Bedeutung genommen nur auf ein Individuum angewendet werden während der Periode, in welcher es sich zu seiner definitiven Gestalt entwickelt. Die Metamorphose ist also der Entwicklungscyclus eines Individuums.

Viel weitgreifender ist die eigenthümliche Art der Fortpflanzung, welche Generationswechsel heisst, und wodurch der Begriff der Species, wie man ihn gewöhnlich zu haben pflegt, und wonach alle diejenigen Individuen zu einer Species gehören, welche zu einer gewissen Lebensperiode nahebei dieselbe Grösse und Gestalt erlangen und sich fruchtbar fortpflanzen, wesentlich modificirt wird. Der Artbegriff wird nämlich bei den dem Generationswechsel unterworfenen Thieren nicht durch die Merkmale einer Generation von Thieren vollständig, sondern es gehören mehrere in cyclischer Entwicklung auf einander folgende Generationen dazu, die im Allgemeinen in dem Verhältniss zu einander stehen, dass die eine, als Hauptrepräsentant der Art, Geschlechtsorgane entwickelt und durch Samen und Eier sich fortpflanzt, während die aus den Eiern hervorgegangene Generation durch eigenthümliche Keimbereitung, durch Theilung oder Knospenbildung proliferirt und erst in ihren Nachkommen oder in den Producten dieser Nachkommen der ersten, Samen und Eier zeugenden Generation wieder ähnlich wird. Die keimbereitenden Zwischengenerationen sind Ammen genannt worden. Der Generationswechsel ist mithin eine Metamorphose von Generationen, innerhalb welcher die Metamorphose von Individuen vielfältig vorkommt.

Wenn „Metamorphose“ und „Generationswechsel“ früher nur Ausdrücke für unerklärte Thatsachen waren, so klärt uns die De-

scendenztheorie über das Wesen dieser Vorgänge auf, indem die niederen, in Metamorphose und Generationswechsel vorübergehenden Zustände ehemals bleibende waren und durch Vererbung in die Gegenwart hineinragen, während die jetzt bleibenden und vollkommneren im Laufe der Zeiten durch Anpassung und Weiterentwicklung erworben sind. Dabei ist es jedoch oft geschehen, dass früher vorhanden gewesene Zustände sich in der Entwicklung nur andeutungsweise oder nicht wiederholen. Verkürzte Entwicklung — höhere Krebse, Säuger.

Man hat auch Arten kennen gelernt (Neunaugen), wo schon die Larve geschlechtsreif wird und aus Eiern und Samen Nachkommen zeugt, und endlich sogar solche (Würmer), wo zwei von einander in Aussehen und Bau verschiedene Generationen, welche beide geschlechtsreif werden, mit einander abwechseln. (Ascaris nigrovenosa und ihre Rhabditis-Generation.)

Inhalt der vergleichenden Anatomie im engeren Sinne.

Es ist zweckmässig, in dieser Periode, wo unsere Wissenschaft eine neue folgenreiche Wendung genommen, an ihre frühen Anfänge zu erinnern.

Aristoteles mit seinen bewundernswerthen Leistungen in der vergleichenden, philosophirenden Naturbetrachtung ist ein einsames Meteor. Nachdem man das ganze Mittelalter hindurch auf ihn geschworen, am wenigsten aber seine naturhistorischen Werke verstanden hatte, machte sich völlig unabhängig von ihm im 17. Jahrhundert das Bedürfniss nach einer vergleichenden Anatomie als einer Ergänzung der menschlichen Anatomie und als Vorbedingung der Erkenntniss des *usus partium*, der Physiologie, geltend. Thomas Willis (1622—1675) sagt in seiner berühmten Anatomie des Gehirns (1666) „Wenn ich die Uebereinstimmungen und Verschiedenheiten dargelegt haben werde, welche die einzelnen Theile bei den verschiedenen, unter sich und mit dem Menschen verglichenen Thiere haben: dann werde ich sicher vermittelst einer solchen vergleichenden Anatomie nicht nur die Functionen eines jeden Organes entdecken können, sondern auch die Spuren und Aeusserungen der thierischen Seele selbst, ihre Einflüsse und geheime Wirkungsweise.

Die Empirie des Baco von Verulam[1]) (seine Hauptwerke zwischen 1605 und 1622) und die Erkenntnisslehre des Cartes (geb. 1596) hatte mit dem kritiklosen Nachbeten überlieferter Doctrinen gebrochen. Dem Bedürfniss, auch in der Naturlehre kritisch zu untersuchen, kam das Mikroskop entgegen, und durch das Dreigestirn Malpighi (1628—1694), Swammerdam (1637—1680), Leeuwenhoek (1632—1723) wurde die Gewebelehre vorbereitet und das Interesse für eine selbständige zoologische Forschung mächtig angeregt.

Die eigentliche Begründung der Physiologie geschah durch A. von Haller[2]). Sie hat ihre Ausbildung von da an bis auf Joh. Müller (gest. 1857) von der Erweiterung der vergleichenden Anatomie abhängig gemacht.

Wie man aber schon im 18. Jahrhundert neben der medicinischen Wissenschaft die in ihrem Dienste stehende vergleichende Anatomie um ihrer selbst willen zu pflegen begann, wurde sie nun auch zugleich durch allgemeine naturwissenschaftliche Ideen befruchtet. Dies geschah namentlich durch Buffon (1707—1788), welcher in seiner grossartig angelegten Naturgeschichte dem Grundgedanken eines der ganzen Thierwelt gemeinsamen Urplanes *(dessein primitif et général)* Ausdruck giebt. Für die höheren Thiere erschien dieser Grundplan in physiologischer und anatomischer Hinsicht verwirklicht, dieselben Theile erschienen in den verschiedensten Graden der Vollkommenheit und nach einem Plane der Anordnung. Im Bereiche der niederen Thierwelt aber reducirte sich der geträumte Grundplan auf blosse physiologische Analogieen in der Ernährung, Entwicklung und Fortpflanzung. Alle bedeutenden Arbeiten des vorigen Jahrhunderts beziehen sich auf die vergleichende Anatomie der Wirbelthiere. Peter Camper. Alexander Monro. Wo man darüber hinaus will (Vicq d'Azyr, 1786. Kielmayer, 1793), lässt man nothgedrungen die morphologische Einheit fallen, um an ihrer Stelle oberflächliche physiologische Analogieen zu bringen.

Die Geschichte der vergleichenden Anatomie im 19. Jahrhundert hat bei der sogenannten „anatomischen Philosophie" von Etienne Geoffroy Saint Hilaire (gest. 1844) zu verweilen. Auch ihm schien, dass die Natur alle lebenden Wesen

1) *Rerum inventio a naturae luce petenda non ab antiquitatis tenebris repetenda est.*
2) *Elementa physiologiae corporis humani* 1557—1766.

nach einem Plane geschaffen habe, und er stellte einige sogenannte Grundgesetze auf [1]), von denen die thierischen Gestaltungen beherrscht sein sollten. Der Versuch, eine eigentliche Erklärung zu geben, welche denn die wirklichen mechanischen Ursachen der Gleichartigkeit und Veränderlichkeit der organischen Wesen seien, ist weder von ihm unternommen worden, noch von dem deutschen Naturphilosophen Oken (gest. 1851). Seine Ansichten über die organische Natur sind nur im Zusammenhange seines ganzen Systemes aufzufassen und zu würdigen. Nur mag der wichtige und in der neuesten Epoche unserer Wissenschaft in einem ganz neuen Lichte erscheinende Satz hervorgehoben werden, dass jedes Thier in seinen embryonalen Entwicklungsstufen die unter ihm stehenden Abtheilungen durchlaufe [2]).

Alle diese zum Theil werthvollen, zum Theil phantastischen und der reellen Grundlage entbehrenden Anläufe wurden durch die von Cuvier (1769—1832) eingeschlagene Richtung in den Hintergrund gedrängt. Es gab, als er zu forschen anfing, zwar ausgedehnte Arbeiten über einzelne Thierklassen, man hatte aber nur die äusseren Beziehungen der Arten berücksichtigt, die Klassen und Unterabtheilungen waren nicht nach dem Ganzen der inneren und äusseren Kennzeichen gegen einander abgewogen. Daher waren die Charactere vieler Klassen falsch oder unvollständig aufgestellt, die Ordnungen willkürlich, in keiner Abtheilung die Gattungen naturgemäss gruppirt. Cuvier musste, wie er sagt, in der Anatomie und Zoologie, im Seciren und Klassificiren von vorn anfangen, aus seinen ersten Betrachtungen über die Organisation eine bessere Eintheilung zu entnehmen suchen, sich dieser wieder zu neuen Beobachtungen bedienen, nochmals mit den neugewonnenen Kennzeichen die Eintheilung vervollkommnen, kurz, aus dieser gegenseitigen Befruchtung der beiden Wissenschaften ein zoologisches System hervorgehen lassen, welches als Vorbereitung und Führer auf dem Felde der vergleichenden Anatomie dienen könne, und einen Lehrschatz der vergleichenden Anatomie, um damit das zoologische System zu entwickeln und zu erläutern. So will Cuvier zum natürlichen System gelangen, dem Ideal der Natur-

1) *a*) *Principe des connexions*, *b*) *Principe du balancement des organes*, *c*) *Théorie des analogues.*

2) „Die Thiere vervollkommnen sich nach und nach, indem sie Organ an Organ setzen, ganz so, wie sich der einzelne Thierleib vervollkommnet.“ Oken, Naturphilosophie.

geschichte, weil es der genaue und vollständige Ausdruck der Natur selbst sein würde.

Es handelt sich also in der Schule Cuvier's vor Allem um die umfassendste Ergründung der Thatsachen und dann um die naturgemässe, aus der Vergleichung sich ergebende Zusammenstellung. Sie schliesst allerdings, von der Zweckmässigkeit des Organismus durch die Beobachtung überzeugt, bei unvollständig vorliegendem Befund nach dem Zweckmässigkeitsprincip *(principe des conditions d'existence, principe des causes finales)* auf die Ergänzung, gelangt aber von jener höchst schätzenswerthen vergleichenden Zusammenstellung der Thatsachen nicht hinüber zu einer Erklärung der Gleichheit oder Ungleichheit.

Das Hauptresultat dieser vergleichenden Zergliederung bei strenger Vermeidung alles Spielens mit Analogieen war die Ueberzeugung, dass das Thierreich nicht nach einem Thema variirt sei, sondern mindestens nach vier Typen *(formes principales, plans généraux)* oder Grundplänen aus einander gehe. Strahlthiere, Gliederthiere, Weichthiere, Wirbelthiere. Jeder dieser Typen wird durch das Vorwalten gewisser Organe und durch die Art der allgemeinen Anordnung der Körpertheile bestimmt. Sie lassen sich daher architectonischen Baustylen vergleichen, die in ihren verschiedenartigen Ausführungen an feste Principien und Regeln gebunden sind. Die Stellung, welche eine Thierart im System einzunehmen hat, richtet sich also zunächst nach dem allgemeinen Typus, welcher aus der Zergliederung sich ergiebt, und dann nach der geringeren oder complicirteren Ausbildung ihrer Organe innerhalb der Gränzen des Typus. Es ist natürlich, dass der Beobachtung hierin das weiteste und dankbarste Feld geöffnet wurde, besonders nachdem Carl E. von Bär die Grundsätze einer solchen Vergleichung, die Abwägung des Werthes der massgebenden Charactere näher präcisirt hatte.

Diese vergleichende Anatomie musste also ihre wichtigste Aufgabe darein setzen, innerhalb der als fundamental von einander getrennt erscheinenden Typen das Detail zu erforschen und die Gleichartigkeit — die Homologieen — nachzuweisen. Schon im vorigen Jahrhundert aber hatten die ausgezeichnetsten Geister, wie Vicq d'Azyr und Goethe, später Oken auf die Nothwendigkeit der Vergleichung der Organe an einem und demselben Individuum hingewiesen und darin eine wesentliche Ergänzung der auf die verschiedenen Thiere und Thiergruppen sich erstreckenden ver-

gleichenden Anatomie gefunden. Am frühesten hatte sich die Vergleichung der hinteren und vorderen Gliedmassen dargeboten, es folgte die berühmte und fruchtbare Vergleichung der Wirbel mit den Schädelknochen. Fast nicht minder dankbar erwies sich die vergleichende Anatomie am Gliederthier-Individuum. Und so kann allerdings diese vom Individuum allmälig auf Gattung und die höheren systematischen Einheiten sich ausbreitende Betrachtung zu einer Zusammenstellung der Objecte gelangen, in welcher sie als nach ihrer „natürlichen Verwandtschaft" geordnet erscheinen.

Vergleichende Anatomie und Entwicklungsgeschichte.

Das Verständniss jedes Gewordenen wird durch sein Werden eröffnet. Um so wichtiger muss bei dem in unablässiger Veränderung begriffenen Organismus die Ergründung seiner Anfänge und Entwicklung sein. Das Bedürfniss, die Forschung hierauf auszudehnen, knüpft zunächst an die oben berührte vergleichende Anatomie des Individuums an, wo die sich wiederholenden, aber mehr und mehr umgestalteten Theile je jünger, um so gleicher sind, wo also durch die Entwicklungsgeschichte allein die Identität solcher Organe bewiesen werden kann, welche bei dem ausgewachsenen Thiere ganz verschiedene Gestalt angenommen und verschiedene Verwendung gefunden haben. Hinterleibscelet der Insecten. Schleifencanäle der Gliederwürmer.

Unentbehrlich und von entscheidender Wichtigkeit wurde aber die Entwicklungsgeschichte für die ihre Gesichtspunkte erweiternde vergleichende Anatomie, als (durch Bär) die Uebereinstimmung der Mitglieder der grossen typischen Abtheilungen in gewissen Grundzügen der Entwicklung sich herausstellte, mithin die „natürliche Verwandtschaft" durch die Gleichartigkeit des Werdens besiegelt wurde. Also abgesehen davon, dass in der niederen Thierwelt ohne die Verfolgung der Entwicklung gar nicht einmal die Zusammengehörigkeit der auf einander folgenden verschiedenen Formen eines und desselben Zeugungskreises sich feststellen, mithin nicht einmal die ersten Bedingungen der beschreibenden Naturkunde sich erfüllen lassen, sind die aus der Vergleichung der fertigen Arten gewonnenen Resultate so lange anzweifelbar, als nicht die Entstehung der Gleichartigkeit vor dem Auge des Beobachters sich abspinnt. Mundwerkzeuge der Insekten. Eine Menge von Beziehungen verbergen sich überhaupt oder bleiben so lange völlig räthselhaft, bis nicht die Entwicklungsgeschichte, wie in den Indi-

viduen, so in den Artenreihen und höheren Gruppen auf die Identität des scheinbar Verschiedenartigsten führt. Gelenkstück des Unterkiefers der Reptilien und Vögel = Hammer.

Schon frühzeitig hat sich die Beobachtung aufgedrängt, dass die systematische Anordnung, wie sie sich aus der reinen Anatomie der fertigen Organismen ergiebt, in der Entwicklung der Individuen eine merkwürdige Bestätigung findet. Die höheren Thiere einer und derselben typischen Hauptabtheilung durchlaufen in ihrer Entwicklung Zustände, auf denen die niederen verharren. Perennibranchiaten — Frösche. Fuss der Vögel und Reptilien. Dieser Parallelismus der anatomischen Reihe der Arten mit der Entwicklungsreihe der Individuen ist eine der wichtigsten Leuchten der vergleichenden Anatomie geworden, lange bevor man zu einer Erklärung desselben sich erhob.

Vergleichende Anatomie und Paläontologie.

Der Gründer der Paläontologie als einer nothwendigen Ergänzung der vergleichenden Anatomie der lebenden Thiere ist Cuvier. Es stellt sich bald heraus, das die heutige Thier- (und Pflanzen-)welt „Lücken" hat. Neben reichen Abtheilungen, wo die ganzen Gestalten und die einzelnen Organe in ununterbrochenen Formenreihen in einander übergehen, treten isolirte kleine Gruppen (Einhufer) oder gar einzelne Arten (Lanzettfisch) auf, welche nur mit Gewalt sich in das System einfügen lassen und in demselben sich sehr unnatürlich ausnehmen würden, wenn nicht durch die untergegangenen Thiere, durch Zwischenformen, diese Schroffheiten ausgeglichen würden.

Nachdem die neuere Geologie (Lyell) zu dem unumstösslichen Resultat gekommen, dass die Bildung der Erdrinde und ihrer verschiedenen Schichten eine ganz allmälige war, und nie solche allgemeine plötzliche Umwälzungen stattgefunden haben können, durch welche die jedesmalige Lebewelt in ihrer Gesammtheit zerstört worden wäre, sehen wir auch in den vorweltlichen Thieren ein Ganzes, welches in allen wesentlichen Grundzügen der Organisation mit der heutigen Lebewelt übereinstimmt und mit derselben im unmittelbarsten Zusammenhange steht. Wie unzählige Formen für uns auch völlig verloren sind, in zahlreichen Fällen ist durch die Ueberreste der Ausgleich geschehen.

Unbestrittene Ergebnisse der Wissenschaft von den vorweltlichen Organismen sind ferner, dass von den älteren Perioden zu

den neueren ein Fortschritt sattfindet. Derselbe spricht sich darin aus, dass die Organismen der älteren Zeiten embryologische Charactere der heutigen Thierwelt an sich tragen oder den niedrigeren unter den heutigen Formen ähneln. Dieselbe Unbestimmtheit der Jugendformen, die noch nicht erkennen lässt, welche specielle Prägung das fertige Thier wird angenommen haben, wiederholt sich an den vorweltlichen Organismen nach ihrer Ausbildung. Nicht wenige machen, verglichen mit den lebenden Arten, den Eindruck von „Mischformen", d. h. solchen, die in sich Merkmale vereinigen, welche jetzt auf verschiedene Gruppen vertheilt sind. So unvollständig auch die fossilen Reste, lassen sie doch schon jetzt in fast allen grösseren und kleineren Abtheilungen bis auf die Gattung ein allmäliges Anschwellen der Formenmenge erkennen, welches bei vielen in längst vergangenen Perioden seinen Höhepunkt erreicht und einem oft sehr rapiden, oft sehr langsamen Rückzuge und Verschwinden Platz gemacht hat, bei anderen in steter Zunahme bis zur Gegenwart geblieben ist.

Man begreift hieraus, ohne noch das Detail zu kennen, dass die Paläontologie eine mindestens ebenso wichtige Ergänzung der vergleichenden Anatomie der lebenden Organismen ist, als die Embryologie, oder in weiterer Bedeutung die Entwicklungsgeschichte der Individuen.

Die Morphologie.

Aus der innigen Durchdringung der drei Disciplinen, deren gegenseitiges Verhältniss soeben angedeutet wurde, entsteht die thierische Morphologie, die Wissenschaft, welche die Erkenntniss und Erklärung der gesammten Formenverhältnisse der Thiere zu ihrer Aufgabe hat. Dass dieses Ziel in seinem vollen Umfange nicht erreicht werden kann ohne seine gleichzeitige Erweiterung auf die Pflanzenwelt und ohne in innigster Berührung mit der Physiologie, der Wissenschaft von den Verrichtungen der Organismen und ihrer Theile zu bleiben, liegt auf der Hand. Wir müssen uns durch die historische Entwicklung unserer Wissenschaft zum Bewusstsein gebracht haben, dass, was man früher auf diesem Gebiete „Gesetz" nannte, blosse Formeln sind, in denen man die Uebereinstimmung von Reihen gleicher oder nahezu gleicher Thatsachen und Befunde ausdrückt. In diesem Sinne konnte z. B. die vergleichende Anatomie von einem „Gesetz" sprechen, dass die Vögel ein Quadratbein, die Wirbelthiere einen Zwischenkiefer, die Gliederthiere ein

Bauchmark besitzen. Damit ist aber noch nicht im Geringsten die Erklärung gegeben, warum diese und alle übrigen Bildungen und Bildungsreihen ihre erfahrungsmässige Ausdehnung haben, und durch welche causale Begründung der Inductionsschluss von Fall zu Fall innerlich gerechtfertigt ist. Ebenso wenig kann die teleologische Anschauungsweise, welche die Gleichheit oder Ungleichheit der Formen von verschiedenen ausserhalb derselben liegenden und sie determinirenden Zwecken herleitet, für etwas Anderes gehalten werden, als für ein untergeordnetes Hülfsmittel zur Orientirung. Unsere Morphologie muss vielmehr dadurch eine wahre Gestalten- und Gestaltungslehre zu sein suchen, dass sie die Formenreihen als Folgen von Ursachen darstellt, welche nicht ausserhalb der Erscheinungswelt liegen und der Beobachtung und Berechnung zugänglich sind.

Der Artbegriff und die Descendenzlehre.

Erst mit Linné begann die Feststellung einer wahren Grundlage der vergleichenden Anatomie, die specielle Auffassung der Unterscheidungsmerkmale der organischen Wesen; und die ganze nachlinnéische Zeit hat über ein Jahrhundert systematisirt, mit wenigen Ausnahmen von der Voraussetzung, der laut ausgesprochenen oder als selbstverständlich angenommenen, ausgehend: alle Pflanzen- und Thierarten seien auf unbegreifliche Weise in bestimmter Reihenfolge geschaffen. Alle in der äusseren Form übereinstimmenden Individuen und alle diejenigen, welche auf gleich gebildete Stammeltern zurückzuführen seien, bildeten eine Art. Auch über die Unveränderlichkeit der Art, d. h. die unabänderliche Vererbung der „wesentlichen" Merkmale von Generation zu Generation war die herrschende Richtung der Naturforschung als über einen a priori feststehenden Satz einig.

Für die Praxis der Botanik und Zoologie war natürlich die „Constanz der Merkmale" das Wichtigste, und wiederum der reinen Praxis, dem Uebereinkommen und dem individuellen Gefühl war es überlassen, von Fall zu Fall, von Art zu Art diejenigen Merkmale der Gestalt, Grösse, Farbe u. s. w. in der Diagnose zu vereinigen, welche als die wesentlichen gelten sollten. Der Beobachtung, dass innerhalb der so gewonnenen „Arten" dennoch Abweichungen vorkommen, konnte man sich nicht entziehen, und man nannte solche Individuenreihen, welche innerhalb der „constanten"

Arten selbst wieder mit einer stärkeren „Constanz“ gewisse Eigenthümlichkeiten bewahren und fortpflanzen „Unterarten“ (Subspecies), solche dagegen, wo die sich vererbenden untergeordneten Eigenthümlichkeiten etwas minder auffallend und leichter verwischbar, „Spielarten“ (Varietates).

Da man nun die Constanz in der Fortpflanzung nicht controlirte, noch zu controliren im Stande war, und allgemeine Gesetze über das, was „wesentlich“ und „unwesentlich an den Arten sei, für keine kleinere Abtheilung, geschweige denn für sämmtliche Organismen aufgestellt werden konnten, so war die ganze Grundlage des sogenannten „natürlichen Systems“ dennoch eine durchaus willkürliche und künstliche. Wie man das Schwanken der morphologischen Merkmale von Art zu Art geflissentlich nicht sehen wollte, ja solche Formen, welche die Unhaltbarkeit der Lehre von der Constanz der Merkmale am klarsten bewiesen, als „schlechte Arten“ bei Seite schob, ebenso verschloss man die Augen vor den Thatsachen, welche auch die Reinheit der Fortpflanzung mehr als in Frage stellten. Es hatte sich die auf gänzlich unzugängliche oder unglücklich gewählte Beispiele basirte Lehre eingebürgert, die aus Paarung verschiedener Arten hervorgehenden Nachkommen, Bastarde, seien unfruchtbar, dagegen die Nachkommen gekreuzter Varietäten, Blendlinge, immer fruchtbar. Weder das Eine noch das Andere ist allgemein richtig, und durch neuere zahlreiche kritische Beobachtungen und Experimente ist erhärtet, dass in der Fortpflanzungsfähigkeit der Bastarde und Blendlinge ein wesentlicher Unterschied nicht besteht, dass die einen und die andern in gegebenen Fällen und unter günstigen Bedingungen durch anfänglich schwankende, später sich mehr und mehr befestigende Vererbung neuer Merkmale zu neuen distincten Formen sich umgestalten und von den Stammarten abheben können, kurz, dass die ehemals behauptete Constanz der Arten nicht besteht.

Eine mächtige Stütze gewinnt diese Lehre in der Wahrnehmung, dass bei einigen Gruppen niederer Organismen, Polythalamien, Spongien, Ammoniten, es überhaupt kaum möglich ist, „Arten“ zu beschreiben und zur Orientirung abzugränzen, sondern dass diese Organismen geradezu in blosse continuirliche Formreihen aufgelöst sind, oder dass die einzelnen Gruppen aus mindestens eben so vielen „schlechten“ als „guten“ Arten bestehen.

Diese Organismenreihen, auf die wir eben hindeuteten, bilden jedoch keineswegs besondere Ausnahmen, und mit Recht sagt

Haeckel: „Schlechte Arten würden alle Species ohne Ausnahme sein, wenn wir sie vollständig kennen würden, d. h. wenn wir nicht allein ihren gesammten gegenwärtigen Formenkreis, wie er über die ganze Erde verbreitet ist, kennen würden, sondern auch alle ihre ausgestorbenen Blutsverwandten, die zu irgend einer Zeit gelebt haben." Um nun für den Artbegriff eine der Möglichkeit entsprechende Basis zu erhalten, ist erstens auf jene Thierformen Rücksicht zu nehmen, bei denen unter den verschiedenen Weisen ungeschlechtlicher und geschlechtlicher Fortpflanzung ganz verschiedene Gestalten im Zeugungscyclus einander ablösen, und zweitens auf die Veränderlichkeit dieser Zeugungskreise theils im Laufe der Zeit, theils, in Verbindung damit, in Folge geographischer Isolirung. Wir können uns daher ebenfalls Haeckel anschliessen, wenn er den Begriff der Art so giebt: „Die Species oder organische Art ist die Gesammtheit aller Zeugungskreise, welche unter gleichen Existenzbedingungen gleiche Formen besitzen."

Der Gedanke von der Veränderlichkeit der Art hatte sich schon im vorigen Jahrhundert einer unbefangenen und consequenten Weltanschauung aufgedrängt. In Maupertuis Fusstapfen trat Diderot; an Herder und Kant schloss sich Goethe an. Sie schon waren der Ueberzeugung, dass alle höheren und zusammengesetzteren Organismen nach und nach aus der Umwandlung einfacherer Wesen hervorgegangen seien, und dass die Welt der Organismen als eine grosse blutsverwandte Gesammtheit aufzufassen sei. Und schon Lamark[1]) führte diese Idee systematisch durch; er wird gewöhnlich als der eigentliche Schöpfer der Transmutations- oder Descendenzlehre genannt.

Indessen konnte sich diese Lehre bei der Dürftigkeit der Beweise gegenüber der herrschenden „Schule der Thatsachen" nicht geltend machen, und sie hat erst ein halbes Jahrhundert später, fast drei Jahrzehnte nach der Neugestaltung der Geologie, durch Darwin's Selectionstheorie[2]) ihre Begründung erhalten.

Die wichtigsten Sätze seiner Lehre, wodurch die Umwandlung auf ihre natürlichen Ursachen zurückgeführt wird und die grossen Reihen der paläontologischen und überhaupt organologischen und

---

1) J. B. Lamark, Philosophie Zoologique. 1809.

2) Ch. Darwin, Ueber die Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl. I. Aufl. 1859.

biologischen Thatsachen ihre mechanische Erklärung finden, lassen sich so zusammenfassen. In Folge der künstlichen Züchtung und des dabei beobachteten accumulativen Wahlvermögens des Menschen sieht man aus anfänglich unbedeutenden und variabeln Abänderungen in den folgenden Generationen solche Charaktere sich befestigen, dass die gewonnenen Formen sowohl unter sich als verschiedene Raçen, als von den Ausgangsformen mehr abweichen, als sogenannte Arten im freien Zustande. Zwar weit langsamer, aber eben so sicher vollzieht sich auch im Naturzustande die Umwandlung von Varietäten (als beginnender Species) in gute Arten. Dies geschieht durch die Auslese im Kampf um das Dasein, indem diejenigen Individuen, welche mit irgend einem zufälligen, für die Fristung des Lebens günstigen Vortheil der Organisation versehen sind, in dem Wettkampfe Aller um's Dasein bevorzugt sind. Dergleichen Vortheile werden in der Uebertragung auf die Nachkommen mehr und mehr constant, und so müssen im Laufe der Zeiten die minder begabten Raçen jenen sich über sie erhebenden und zu neuen Arten werdenden unterliegen. Dies ist die natürliche Züchtung, welche also durch Häufung unendlich kleiner vererbter Modificationen wirkt. Eine häufige und wichtige Gelegenheitsursache zur natürlichen Züchtung ist die Isolirung und Migration. (M. Wagner.)

Vererbung und Anpassung.

Sie sind die beiden bei der natürlichen Züchtung in Wechselwirkung tretenden Hauptfactoren. Dass die Erblichkeit wirklich besteht, ist so leicht zu beobachten und so allgemein anerkannt, dass durch diese Eigenschaft der Organismen die Anerkennung der anderen, der Anpassung, fast ganz in den Hintergrund gedrängt wurde. Die Ursachen der Erblichkeit und Vererbung liegen in den factischen, freilich zum Theil noch höchst unklaren Verhältnissen der Fortpflanzung, in der bei jeglicher Fortpflanzung vorhandenen Loslösung von Theilen des oder der elterlichen Organismen und ihrer directen Umbildung in die Sprösslinge und Nachkommen. An die sich abtrennenden Stoffe sind auch die Kräfte gebunden, welche im elterlichen Organismus wirkten, und aus denen die Formen und der Verlauf der morphologischen und physiologischen Erscheinungen der neuen Individuen resultiren.

In erster Stelle vererben sich diejenigen Eigenschaften, welche schon das befestigte Eigenthum der früheren Generationen waren

(conservative Vererbung, Häckel). Jeder Organismus kann aber auch einen geringeren oder grösseren Theil derjenigen Eigenschaften vererben, welche er sich selbst durch Anpassung erworben (progressive Vererbung), eine Thatsache, welche vor Allem bei der künstlichen Zuchtwahl leicht zu beobachten. Die Vererbung geschieht in der Regel von Generation zu Generation, und dies ist der am leichtesten verständliche und erklärbare Fall. Im anderen bleiben Eigenschaften, welche ursprünglich vorhanden waren, durch eine, mehrere oder eine Reihe von Generationen hindurch latent, bis sie im Rückschlag (Atavismus) wieder auftreten. Auch hierfür giebt die Zucht der Hausthiere die geläufigsten Belege, während andererseits die Erscheinungen des Generationswechsels als Formen eines regelmässigen Rückschlags gedeutet werden können.

In die Kategorie der Vererbung gehören auch die speciellen Erscheinungen der Entwickelungsgeschichte. Schon vor mehreren Jahrzehnten hat sich die Beobachtung aufgedrängt, dass die Entwickelungsstadien der heute lebenden höheren Formen der Hauptstämme des Thierreiches nicht nur gewisse stationäre Eigenthümkeiten der niederen lebenden Formen derselben Stämme repräsentiren und vorübergehend zeigen, sondern dass auch die historische (geologische) Entwicklung oder Aufeinanderfolge der grossen typischen Abtheilungen einen Parallelismus mit der individuellen Entwickelung der heutigen Organismen darbietet. Man hat dies nun in dem Satze zusammengefasst, dass die Entwickelung des Individuums eine zusammengedrängte Recapitulation der historischen Entwickelung der Art sei. Rütimeyer's Untersuchungen über die Geschichte des Pferdes und Rindes, Fr. Müller's Beobachtungen und Entdeckungen über Entwicklung der Krebse u. a. geben dafür schlagende Belege. In sehr vielen Fällen der individuellen Entwickelung finden wir jedoch jenen Hinweis auf Urzeit und Vorfahren nicht mehr. Wir erklären jene vollständigere Recapitulation mit der ununterbrochenen progressiven Vererbung in Verbindung mit der Vererbungserscheinung, dass bestimmte Eigenschaften der Eltern auch in bestimmter Reihenfolge an den Nachkommen sichtbar werden. Die abgekürzte Entwicklung dagegen ist auf ein anfänglich schwankendes Latentwerden und den späteren gänzlichen Verlust ursprünglicher elterlicher Eigenschaften zurückzuführen.

Jeder Organismus hat zu jeder Zeit seines Lebens, und besonders so lange er fortpflanzungsunfähig ist, die Kraft, zu den er-

erbten Eigenschaften durch Anpassung neue hinzu zu erwerben, und dies geschieht um so sicherer, je gehäufter die an sich vielleicht ganz unbedeutenden Veränderungen der Existenzbedingungen sind. Dass veränderte Nahrung, neuer Boden, fremdes Klima die Organismen „umändern", ist eine allgemeine Erfahrung. In der Umänderung selbst, der anfänglich sehr losen und leichten, liegt der Keim des nothwendigen Bestrebens, dass die mit neuen Eigenschaften ausgestatteten Individuen und Generationen sich von den stabil gebliebenen örtlich, geographisch isoliren, wie denn auch die unfreiwillige Isolirung je nach Umständen auf die Stabilität der organischen Formen oder auf einen eigenartigen neuen Entwickelungsgang von dem entschiedensten Einfluss ist. Die veränderten äusseren Bedingungen rufen im Innern des Organismus Reactionen hervor, die sich in Angewöhnungen, in dem vermehrten oder verminderten Gebrauch bestimmter Organe kundgeben, in jenem Falle zur Vervollkommnung derselben, im anderen zum Schwach- und Abortivwerden führen, in allen aber in ihren Resultaten aus den Verhältnissen der Ernährung physiologisch erklärt werden können.

Eine besondere Art der Anpassung erscheint also als Rückbildung, wobei Organe, welche in früheren Lebensaltern vorhanden waren und functionirten, entweder ganz schwinden oder wenigstens verkümmern. Wir sehen diese Vorgänge vorzugsweise bei Thieren, welche aus einer freien, schwärmenden Lebensweise in eine sitzende übergehen. Am weitesten erstreckt sich die Rückbildung im Parasitismus, welcher nur durch die Anpassung einst frei lebender Urformen und die daraus folgenden vereinfachten Ernährungsverhältnisse begriffen wird.

Unter Umständen können verschiedene Organismen oder Organe verschiedener Thiere unter dem dauernden Einfluss der gleichen Lebensverhältnisse einander in Form und Bau sich so nähern, dass die ursprüngliche Verschiedenheit mehr oder weniger verwischt und gleichartiges ohne gleiche Abstammung erzeugt wird. Auch der Fall gehört hierher, dass gleiche oder gleich beanlagte Organismen geographisch getrennt unter ähnlichen oder gleichen Bedingungen sich ähnlich oder gleich umwandeln in parallelen Reihen. Beispiele: Wiederholte Entstehung des Strickleiter-Nervensystems; Sinnesorgane; Bohrhaare am Schmetterlingsrüssel; Gruppen und Organe bei Spongien; Vögel? amerikanische und europäische Einhufer? Auf dieses noch dunkle Gebiet der Wiederholungsbildungen und der Convergenz oder Anähnelung hat sich die Aufmerksam-

keit der Forscher erst in neuester Zeit gerichtet. Es wird damit eine noch nicht übersehbare Umgestaltung der Systematik eingeleitet.

Fasst man die Consequenzen der Vererbungs- und Anpassungsfähigkeit zusammen, so bestehen sie in erster Reihe in der Differenzirung der Organismen. Die Beobachtung, dass die geologisch älteren Formen einen morphologisch allgemeineren Charakter besitzen, gehört schon der älteren Naturforschung an. Die natürliche Zuchtwahl giebt aber den Schlüssel für die Nothwendigkeit und Erspriesslichkeit dieses Auseinandergehens.

Eine weitere Folge ist die Vervollkommnung. „Die organischen Wesen haben keine eingeborne oder nothwendige Neigung zu einem Fortschritt in der Stufenleiter der Organisation. Wir sind fast gezwungen, die Specialisation oder Differenzirung von Theilen oder Organen für verschiedene Functionen als den besten oder selbst einzigen Massstab des Fortschritts zu betrachten; denn durch eine derartige Arbeitstheilung wird jede körperliche und geistige Function besser ausgeführt; und da die natürliche Zuchtwahl ausschliesslich durch die Erhaltung vortheilhafter Modificationen des Baues wirkt, und da die Lebensbedingungen auf jedem Gebiet allgemein in Folge der zunehmenden Anzahl verschiedener dasselbe bewohnender Formen und in Folge davon, dass die meisten dieser Formen eine mehr und mehr vollendete Structur erhalten, immer und immer complicirter werden, so können wir ruhig annehmen, dass im Ganzen die Organisation fortschreitet". (Darwin).

In jedem Organismus haben wir sonach zwei Reihen von Merkmalen und Eigenschaften zu untersuchen, von welchen die eine ererbt, die andere durch Anpassung erworben ist. So weit, als die verschiedenen Zeugungskreise, welche oben als Arten bezeichnet wurden, gemeinschaftliches Erbtheil besitzen, spricht man von homologen Theilen, wogegen durch die Anpassung verschieden gebauter Arten an gleiche oder ähnliche Lebensverhältnisse analoge Organe entstehen. Die Convergenz führt zu Scheinhomologien. Die vergleichende Anatomie hat sich immer mit der Aufsuchung und Zusammenstellung der Homologien beschäftigt und, wie oben gezeigt, das „natürliche System" auf Grund der grösseren oder geringeren Homologien aufzubauen versucht. Sie tritt mit der Descendenztheorie aus dem Stadium des blossen Bienenfleisses heraus und operirt mit Bewusstsein, indem sie die Theo-

rie als eine Leuchte gebraucht, ihre Brauchbarkeit aber und Wahrheit zugleich Schritt vor Schritt prüft.

Das natürliche System.

Allen Systemen hat das Bestreben zu Grunde gelegen, die wahre Zusammengehörigkeit der Organismen nach Rang und Reihenfolge übersichtlich zu machen. Eine der Natur entsprechende Basis wurde aber erst durch Cuvier und Bär gewonnen, welche vier in den Grundzügen der Organisation und der Entwicklung von einander abweichende Typen aufstellen. In der Anerkennung solcher verschiedener Typen (Stämme, *branches, embranchements*) sind alle Naturforscher der Gegenwart einig, weiter geht aber die Uebereinstimmung nicht. Schon über die Anzahl derselben bestehen starke Controversen. Uns allen ist ferner die Eintheilung dieser Typen in Klassen, Ordnungen, Familien, Gattungen und Arten (resp. Unterklassen u. s. w.) geläufig. Ein näherer Versuch jedoch, den Werth dieser Kategorien nach fassbaren, allgemein überzeugenden und gültigen Grundsätzen zu bestimmen, zeigt, dass sie durchaus willkürlicher und subjectiver Art sind.

Nur die Typen oder Phylen sind reale Einheiten; jede umfasst diejenigen Organismen, welche auf eine gemeinschaftliche einfachste Stammform zurückgeführt werden können, von welcher sie sich divergirend als Blutsverwandte nach und nach entwickelt und abgezweigt haben. Die weitere Zurückführung jener einfachen Stammformen auf einander und auf einen einzigen Urorganismus und die Möglichkeit der Entstehung desselben aus der unorganischen Materie ist der Gegenstand weiterer Forschung und Combination. Monophyletischer-polyphyletischer Stammbaum.

Wie es nun zwischen dem Abschnitt des Stammes, von wo er sich zu verästeln beginnt, und seinen äussersten Zweigelchen die verschiedenartigsten, in Länge, Stärke, Zahl der Unteräste und Zweige aus einander gehenden Verästelungen giebt, deren Abtheilungen nur ganz im Allgemeinen je nach ihrer Entfernung vom Stamm mit einander verglichen werden können, ohne dass sie nach Inhalt und Zahl der Achseln congruent sind: ebenso verhält es sich mit den Unterabtheilungen der Phylen. Was die Systematik Klassen, Ordnungen u. s. f. nennt, sind nichts als relative Einheiten, welche den geringeren oder grösseren Abstand, den Grad der Divergenz von der Stammform ausdrücken. Keine dieser Kategorien, von den Varietäten als den beginnenden oder werden-

den Arten an bis zu den Klassen hat absolute Geltung; je weiter man in die Vorwelt hinabsteigt, je frühere embryonale Zustände man vergleicht, eine je vollständigere Reihe der lebenden Organismen neben einander gestellt werden kann, um so näher, bis zum Zusammenfallen, rücken sich jene Begriffe. Im Sinne der Descendenztheorie ist das natürliche System nichts als der natürliche Stammbaum. Die Typen sind die Stämme, innerhalb welcher, wie oben bemerkt, die Homologien aufzusuchen sind, und die umfassendste morphologische Forschung die bei den Spaltungen stattgehabten Vererbungen, sowie den jedesmaligen neuen Erwerb festzustellen hat. Das System ist daher die Quintessenz der Morphologie, die kürzeste Wiedergabe des Resultats derselben.

Die Annäherung an dieses Ziel, das Gelingen der Synthese im Gegensatz zu der nach Cuvier'scher Methode getriebenen Analyse, ist eine Frage der Zeit.

Einige allgemeine literarische Hülfsmittel.

O. Schmidt, Die Entwicklung der vergleich. Anatomie. Jena, 1855.
V. Carus, Geschichte der Zoologie. München, 1872.
E. Häckel, Generelle Morphologie der Organismen. Berlin, 1866.
Gegenbaur, Grundzüge der vergl. Anatomie. II. Aufl. Leipzig, 1870. Grundriss. 1874.
V. Carus u. Gerstäcker, Handb. d. Zoologie. Leipzig, 1868. 1875.
Claus, Grundzüge der Zoologie. IV. Aufl. 1880.
Bronn, Klassen und Ordnungen des Thierreichs, in Wort und Bild. Fortsetzungen von Keferstein, Gerstäcker, Grenacher, Selenka, Giebel, Hoffmann, Bütschli. 1860 ff.
V. Carus, *Icones zootomicae.* I. Abtheilung: Wirbellose Thiere. Leipzig, 1857.
Leydig, Tafeln zur vergl. Anatomie. Tübingen 1864 ff.
Balfour, Handb. d. vergl. Embryologie. Jena, 1880 u. 1881.
Moysisovitsch, Leitfaden bei zoologisch-zootomischen Präparirübungen. Leipzig, 1879.

Die wichtigsten Zeitschriften sind:

Archiv für Naturgeschichte. Berlin.
Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Leipzig.
Morphologisches Jahrbuch. Leipzig.
Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaften. Jena.
Archiv für mikroskopische Anatomie. Bonn.
Annales des sciences naturelles. Zoologie. Paris.
Archives de Zoologie expérimentale. Paris.
Annals and Magazin of natural history. London.

I. Protistae und Protozoa. Urwesen und Urthiere.

Haeckel, Studien über Moneren und andere Protisten. Leipzig, 1870.
M. Schulze, Die Polythalamien. Leipzig, 1853.
Haeckel, Die Radiolarien. Berlin, 1862.
F. E. Schulze, Rhizopodenstudien. Archiv für mikr. Anatomie. 1874—1875.
R. Hertwig und Lesser, Ueber Rhizopoden. Archiv für mikr. Anat. X. Supplement. 1874.
R. Hertwig, Organisation u. syst. Stellung der Foraminiferen. Jen. Zeitschr. X. 1876.
R. Hertwig, Der Organismus der Radiolarien. Jena, 1879.

Sowohl theoretische Betrachtungen als eine ganze Reihe factischer Beobachtungen bestätigen die Existenz eines Mittelreiches zwischen Pflanzen und Thieren, wofür der Name Protisten vorgeschlagen ist. Es besteht aus Gruppen oder Stämmen niedrigster Organismen, welche bisher theils den Pflanzen ausgeschlossen wurden (z. B. die Diatomeen, Schleimpilze), theils den Thieren, und zwar gewöhnlich unter dem Namen der Protozoen (Amöboiden. Wurzelfüsser). Die Meinungen über den Umfang dieses Reiches sind noch sehr getheilt. Die Kenntniss wenigstens einiger Hauptformen ist aber dem angehenden Zoologen um so nothwendiger, als die Gränze zwischen ihnen und den Thieren eine gezwungene ist und, was dasselbe besagen will, die thierischen Stämme auf solche und ähnliche Protisten zurückzuführen sind. Nur ungeschlechtliche Fortpflanzung.

Systematische Uebersicht über die Protozoen.

I. Moneren.

Organismen ohne Organe, welche in vollkommen ausgebildetem Zustande einen frei beweglichen, nackten, vollkommen structurlosen und homogenen Sarcode- (Protoplasma-) Körper bilden. Niemals diffe-

renziren sich Kerne in dem homogenen Protoplasma. Die Bewegung geschieht durch Contractionen der homogenen Körpersubstanz und durch Hervortreiben von Formwechselnden Fortsätzen (Pseudopodien), welche entweder einfach bleiben oder sich verästeln und anastomosiren. Die Ernährung geschieht meist nach Art der Rhizopoden (siehe unten). Die Fortpflanzung geschieht nur auf ungeschlechtlichem Wege. Oft, jedoch nicht immer, wechselt der frei bewegliche Zustand mit einem Ruhezustande ab, während dessen sich der Körper mit einer ausgeschwitzten structurlosen Hülle umgiebt (encystirt). Alle Moneren leben im Wasser. (Häckel.)

1. **Ordnung.** *Gymnomonera.* Gehen keinen Ruhezustand ein.
   Protogenes. Protamoeba. Myxodictyon.
2. **Ordnung.** *Lepomonera.* Gehen in einen Ruhezustand über mit Encystirung, worauf ihr gesammter Körper in Sporen zerfällt.
   Protomyxa. Vampyrella.

II.

Als etwas höher stehende, die Stufe der Zelle oder Zellengemeinschaften erreichende Organismen reihen sich an die durch Geisseln sich bewegenden Flagellaten. Hauptrepräsentanten: *Euglena. Noctiluca. Magosphaera.*

III. Rhizopoda. Wurzelfüsser.

Einzellige (ein- oder auch mehrkernige) Organismen, welche sich mit wechselnden Fortsätzen ihrer protoplasmatischen Leibessubstanz (Pseudopodien, Scheinfüsschen) bewegen und ernähren.

1. Unterklasse. *Amoebina.*

Von unbestimmt wechselnder Form.
Amoeba.

2. Unterklasse. *Thalamophora.*

Besitzen eine chitinöse, der Anlage nach einaxige Schale, welche meist verkalkt und stets eine oder zwei Oeffnungen zum Austritt der Pseudopodien hat.

A. *Monothalamia.* Schale einkammerig, nicht verkalkt.
   a. *Amphistomata.* Schale an beiden Polen geöffnet.
   Dinophrys.
   b. *Monostomata.* Schale an einem Pole geöffnet.
   Arcella. Difflugia. Gromia. Cornuspira.

B. *Polythalamia.* Schale verkalkt mit einer grösseren Oeffnung. Meist aus vielen Kammern bestehend.
   a. *Imperforata.* Schalenwand solid.
   Miliola. Lituola.
   b. *Perforata* s. *Foraminifera.* Schalenwand mit feinen Poren.
   Globigerina. Rotalia. Polystomella. Textilaria.

3. Unterklasse. *Heliozoa.* (Die sogenannten Süsswasser-Radiolarien.)

Kugelig. Das Protoplasma gewöhnlich in Mark- und Rindensubstanz (Endo - Ectosark) differenzirt; dort der Kern, hier contractile Bläschen. Dünne fadenförmige Pseudopodien. (Fig. 2.)

A. Ohne Harttheile. *Actinophrys. Actinosphaerium.*

B. Mit Skelet. *Acanthocystis. Clathrulina.*

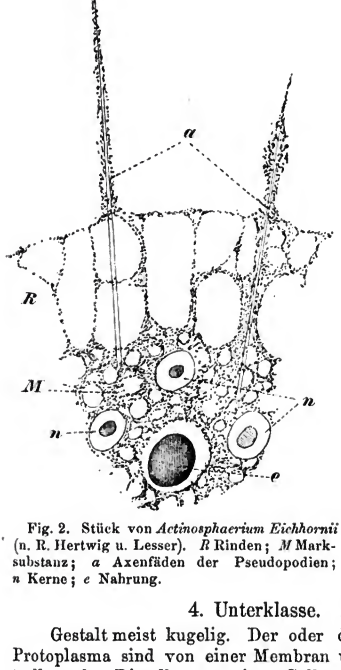


Fig. 2. Stück von *Actinosphaerium Eichhornii* (n. R. Hertwig u. Lesser). *R* Rinden; *M* Marksubstanz; *a* Axenfäden der Pseudopodien; *n* Kerne; *e* Nahrung.

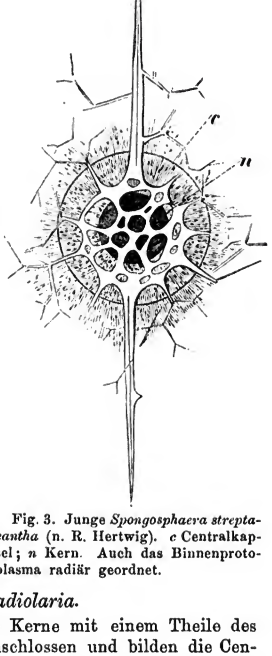


Fig. 3. Junge *Spongosphaera streptacantha* (n. R. Hertwig). *c* Centralkapsel; *n* Kern. Auch das Binnenprotoplasma radiär geordnet.

4. Unterklasse. *Radiolaria.*

Gestalt meist kugelig. Der oder die Kerne mit einem Theile des Protoplasma sind von einer Membran umschlossen und bilden die Centralkapsel. Dieselbe von einer Gallerthülle umgeben, über welche die von der Centralkapsel ausgehenden spitzen, fadenförmigen Pseudopodien hervorragen. Fortpflanzung durch Zweitheilung und durch Schwärmerbildung. Die meisten sondern ein kieseliges, seltener (*Acanthometra*) aus organischer Substanz — Acanthin — bestehendes Skelet ab. Einzelne Gattungen (*Thalassicolla. Collozoon*) ohne Skelet. (Fig. 3.)

IV. Gregarina. V. Acineta. VI. Infusoria. Infusionsthiere.

Ch. G. Ehrenberg, Die Infusionsthiere als vollkommene Organismen. Leipzig, 1838.

Claparède et Lachmann, *Etudes sur les Infusoires et les Rhizopodes. Génève* 1858. 1859.

Fr. Stein, Der Organismus der Infusionsthiere. Leipzig, 1859. 1867. 1879.

Everts, Untersuchungen an *Vorticella nebulifera*. Leipzig, 1873 (a. d. Zeitschr. f. w. Zool.).

Simroth, Zur Kenntniss des Bewegungsapparates der Infusionsthiere. Bonn, 1875. (Arch. f. mikr. Anat.).

Bütschli, Conjugation der Infusorien. In Studien über die ersten Entwickelungsvorgänge etc. Frankfurt, 1876.

Engelmann, Entwicklung und Fortpflanzung von Infusorien. Morpholog. Jahrb. I. 1876.

Keine allgemein geltende Körperform. Der Körper trägt äusserlich Wimpern oder wimperähnliche Griffel. Ausser den Wimpern sind ihre Bewegungsorgane muskelfaserähnliche Protoplasmastreifen. Das das Innere ihres Leibes einnehmende Protoplasma fungirt als Verdauungsorgan. Sie besitzen meist eine Mundöffnung. Ein Wassergefässsystem besteht in sich nach aussen öffnenden contractilen Blasen, ohne oder mit gefässartigen Abzweigungen.

I. Familiengruppe. *Holotricha.*

Die ganze Körperoberfläche ist gleichmässig mit feinen, oft reihenweise stehenden Wimpern besetzt.

Trachelius. Lacrymaria. Prorodon. Paramaecium.

II. Familiengruppe. *Heterotricha.*

Besitzen ausser dem über die ganze Oberfläche sich erstreckenden gleichartigen Wimperkleide eine deutlich entwickelte Zone borsten- oder griffelförmiger adoraler Wimpern.

Bursaria. Stentor. Spirostomum.

III. Familiengruppe. *Hypotricha.*

Rücken- und Bauchfläche scharf geschieden, Bauchseite bewimpert.

Chilodon. Stylonychia. Oxytricha.

IV. Familiengruppe. *Peritricha.*

Körper kreisförmig oder cylindrisch, nur partiell bewimpert. Wimpern entweder in einer adoralen Spirale oder in einem Gürtel.

Vorticella. Vaginicola. Trichodina.

Hautbedeckungen und Bewegungsorgane. Bei vielen Infusorien wird die Oberfläche von einem stucturlosen feinen Häutchen begränzt *(Stentor, Bursaria, Paramaecium, Vorticella* u. a.), welches Aehnlichkeit hat mit einer von einer Zellenschicht abgesonderten Cuticula. Wird diese Cuticularabsonderung stärker und fester, so entstehen Schalen und Panzer *(Coleps).* In den Hautbedeckungen vieler Infusorien finden sich die sogenannten stabförmigen Körperchen, welche wahrscheinlich Giftorgane sind. Dafür spricht der Umstand, dass bei manchen Arten (z. B. *Paramaecium)* aus den Stäbchen lange Fäden, den Giftfäden der Cölenteraten vergleichbar, emittirt werden können. Als äussere Bewegungsorgane haben die, den Infusorien sehr nahe stehenden Acineten wandelbare, mit den Pseudopolien übereinstimmende Fortsätze. Die Wimpern der bewimperten Infusorien sind in grösster Mannigfaltigkeit der Form und Stärke verbreitet. Alle diese Organe vermitteln die Ortbewegung, wogegen die Formveränderungen des Körpers von der Anwesenheit eines Analogons der Muskeln, des geformten Protoplasma abhängig sind. Diese Protoplasmafasern oder Streifen verlaufen parallel mit einander oft in der ganzen Länge des Thieres, gewöhnlich in Spiralen. Erhabene Rippen, in denen bei einzelnen Arten Pigment *(Stentor coeruleus)* oder Chlorophyll *(Spirostomum ambiguum)* enthalten ist, werden getrennt durch farblose Furchen oder Thäler. Diese letzteren Streifen sind die contractilen Elemente, nicht, wie man früher annahm, die Rippen, deren mit den quergestreiften Muskelfasern verglichenes Aussehen von der passiven Runzelung der Cuticula herrührt. Das starke Hervortreten der Rippen während der Zusammenziehung scheint dadurch verursacht zu werden, dass nicht contractiles, die contractilen Streifen verbindendes Protoplasma hervorgepresst wird. Die feineren Körperwimpern stehn in den Furchen und ihre Bewegung und Richtung ist von den contractilen Streifen abhängig. Die grösseren, mit besonderen Cuticularscheiden versehenen Wimpern der Heterotrichen scheinen je von besonderen muskelähnlichen Streifen bewegt zu werden. Alle Infusorien, deren Körper bedeutender allgemeiner Contractionen fähig ist, besitzen in der Körperrinde die eben beschriebene Streifenschicht, besonders schön z. B. *Stentor, Trachelius, Ophryocerca, Lacrymaria, Spirostomum.* Bei *Oxytricha, Stylonychia* und vielen anderen, deren Körper wenig oder nicht seine Gestalt ändert, tritt in eben dem Masse die Faserung des Protoplasma zurück und nimmt dieselbe in der Rindenschicht

eine dickmembranartige Beschaffenheit an.

Ernährungsorgane. Alle bewimperten Infusorien, mit Ausnahme einiger im Darmcanale verschiedener Thiere parasitisch lebender Arten, besitzen an bestimmter Stelle eine Mundöffnung und eine Afteröffnung. Die Mundöffnung pflegt durch eine besondere Bewimperung ausgezeichnet zu sein, ist gewöhnlich trichterförmig und führt in einen Schlund, welcher in der Regel mit ziemlich festen Wandungen versehen ist. Letztere sind oft durch Protoplasmafasern contractil und enthalten mitunter eine Art von Zahngerüst in Gestalt einer Fischreuse. Hinter dem Schlunde hört der dem *Tractus alimentarius* der höheren Thiere zu vergleichende Apparat auf. Nur bei den Vorticellen, am deutlichsten bei *Epistylis flavicans,* setzt sich der Schlundtrichter in einen längeren, in die verdauende Leibesmasse mündenden Canal fort. Die Nahrungsballen beschreiben zwar, wie man am leichtesten bei *Paramaecium* sieht, einen mehr oder weniger bestimmten Weg, derselbe hängt aber nicht ab von einem mit besonderen Wandungen versehenen Darmcanale, sondern von den Contractionen des den Binnenraum oder, wenn man will, die Leibeshöhle füllenden Protoplasma, das bei vielen Species geradezu sammt der umhüllten Nahrung in eine kreisende Bewegung geräth. Die vollständigste Homologie mit dem verdauenden Protoplasma der Protozoen bietet *Trachelius ovum,* dessen Binnenschicht als ein veränderliches, fliessendes Protoplasmanetz die Nahrung durch den Mund und Schlund empfängt. Dieses Netz, zwischen dessen Maschen eine wässerige Flüssigkeit, geht in der ganzen Peripherie über in eine Schichte ungeformten Protoplasmas, auf welche nach aussen die contractile Streifenschicht folgt. Beide zusammen bilden die Rindenschicht der Autoren.

Die Analöffnung ist nur im Moment der Entleerung sichtbar.

In der Rindenschicht des Körpers liegen ein oder mehrere, selten *(Trachelius ovum)* viele contractile Organe, welche entweder kugelig sind oder gefässartige Ausläufer haben. Sie münden mit einem äusserst feinen, kurzen Kanale nach aussen. Die Oeffnung scheint nach neueren Beobachtungen nur im Momente der Entleerung durch Berstung zu entstehen und jedes Mal durch die Protoplasmamasse verklebt zu werden. Obgleich die Blasen bei jeder Art ihre bestimmte Stelle und Gestalt haben und ihre Thätigkeit immer denselben Verlauf nimmt, so stimmen doch gleichfalls alle neueren Beobachter überein, dass sie blosse wandungslose Vacuolen seien. Ihre Contractionen scheinen auf der Erregbarkeit

der contractilen Substanz durch den Sauerstoff zu beruhen. Auch meint man fast allgemein, dass durch sie das durch den Mund eingenommene Wasser aus dem Körper entleert wird. Durch dasselbe wird der, ausserdem durch die Haut vermittelte Athmungsprocess unterhalten. Am leichtesten ist das Organ an *Bursaria leucas* und *Paramaecium* zu sehen.

Die Fortpflanzung geschieht durch Theilung, Knospung und vielleicht in einzelnen Fällen durch innere Keime (Schwärmer). Die Theilung ist meist, zumal bei den Oxytrichinen, ein sehr complicirter Vorgang. Sie kann nach der Länge und Quere geschehen. In jenem Falle geht ihr eine Verbreiterung, in diesem eine Streckung des Thieres voran; es werden theils vom Muttertheile ganze Organe in die Theilsprösslinge aufgenommen, theils müssen äussere und innere Organe (z. B. Mund, contractile Blasen) neu angelegt werden. Daher eben gelöste Theilsprösslinge beträchtliche Veränderungen durchmachen müssen, bevor sie dem Stammthier gleichen.

Auch bei der Theilung der Vorticella nebulifera stellt das Thier mit dem Verschwinden des Wimperapperates die Nahrungsaufnahme ein und theilt sich der Nucleus. Das eine der Theilindividuen bleibt auf dem Stiel; das andere, tonnenförmig mit hinterem Wimperkranz, löst sich als Knospe ab und nimmt zunächst die Form der *Trichodina grandinella Ehbg.* an. Auf diesem Stadium pflanzt sich die Generation abermals durch Theilung fort. Diese Individuen heften sich endlich fest, verlieren den hinteren Wimperkranz und wachsen unter Hervortreibung des Stieles aus.

Ein paar Jahrzehnte hindurch glaubte man aus den Beobachtungen schliessen zu dürfen, dass bei vielen Infusorien (namentlich *Paramaecium, Stylonychia, Stentor, Vorticella)* eine innere Keimbildung stattfände, immer unter Betheiligung des sogenannten Nucleus. Dabei wurde dieser Nucleus auch für einen Eierstock, der mit ihm verbundene kleinere kernartige Körper der Nucleolus aber für ein Samenorgan gehalten, und es knüpfte sich daran die Anschauung von der hermaphroditischen Geschlechlichkeit der Infusorien. Dass die vermeintlichen Embryonen und Schwärmer nichts als von aussen eingedrungene Parasiten sind, dürfte nach den Beobachtungen von Bütschli und Engelmann ausgemacht sein. Nach dem ersteren, im Anschluss an die merkwürdigen, sich häufenden Aufklärungen über Zelltheilung, hätten die Nucleoli der Infusorien die Bedeutung von Kernen, indem aus der Vergrösserung der

Nucleoli die Nuclei hervorgehen; nach E. sollen erst Nucleus mit Nucleolus homolog dem gewöhnlichen Zellkern sein und mit der Differenzirung des bei manchen Gattungen einfachen Nucleus in Nucleus und Nucleolus eine Art von einfachstem Hermaphroditismus hergestellt werden.

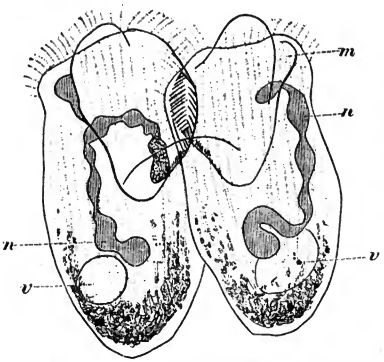


Fig. 4. *Condylostoma vorticella Ehrbg.* in Conjugation (n. Bütschli). *m* Mund; *n* Kern; *v* contractile Blase.

Die Theilung der Nucleoli und die damit verbundene Ablösung oder Neubildung von Nucleusstücken wird in der Regel durch eine Conjugation zweier Individuen eingeleitet. Dieselbe ist bei den Euplotinen und Oxytrichinen so innig, dass eine totale Reorganisation der Körper stattfindet. Ueberhaupt „leitet die Conjugation der Infusorien zu einem eigenthümlichen Entwicklungsprocess der conjugirten Individuen, die man als Reorganisation (oder Verjüngung) bezeichnen kann“ (E.), oder, was dasselbe besagt: „das Wesen der Conjugation dürfte zu suchen sein in der gänzlichen oder theilweisen Entfernung des alten und der Hervorbringung eines neuen Nucleus“ (B.).

Die Frage nach der Ein- oder Vielzelligkeit der Infusorien hängt von der definitiven Erledigung dieser Frage ab. Einstweilen nsid sie ein- oder vielkernige Zellen zu nennen.

II. Coelenterata.

A. Spongiae oder Porifera. Schwämme.

O. Schmidt, die Spongien des adriatischen Meeres. Leipzig, 1862. Drei Supplemente 1864—1868.

O. Schmidt, Grundzüge einer Spongienfauna des atlantischen Gebietes. Leipzig, 1870.

Haeckel, Monographie der Kalkschwämme. Berlin, 1872.

O. Schmidt, die Spongienfauna des mexicanischen Meerbusens und des caraibischen Meeres. Jena, 1880.

Ueber Bau und Entwicklung die (bis jetzt 9) Monographien von F. E. Schulze im Arch. f. w. Zool. 1875 bis 1880.

Der Körper der ausgebildeten Schwämme besteht aus drei Schichten. Die äussere, sich in die Höhlungen des einführenden Canalsystems fortsetzende Lage bilden die platten Ectodermzellen. Auch die Wimperzellen der Wimperkörbe scheinen ectodermalen Ursprungs zu sein; die innere besteht aus der Zellenauskleidung der ausführenden Canäle als dem Entoderm. Zwischen ihnen das meist beträchtlich entwickelte, Zellen und Intercellularsubstanz enthaltende Mesoderm mit den Skelettheilen.

Fundamental wichtig ist das Wassergefässsystem, indem durch die meist veränderlichen, zwischen den Ectodermzellen sich öffnenden Poren Wasser in das oben erwähnte, mit wimpernden, meist körbförmigen Ausweitungen versehene Höhlensystem eintritt, um schliesslich durch grössere Austrittsöffnungen (*oscula*) den Körper zu verlassen. Schwämme mit einem Osculum sind Individuen, die übrigen Thierstöcke, sofern nicht die Anzeichen und Merkmale des Individuums oder Stockes gänzlich mangeln.

1. **Ordnung.** *Hexactinellidae.* Schwämme mit zusammenhängendem oder aus einzelnen Nadeln bestehendem Kieselskelet, dessen Grundform die Axengestalt des hexaedrischen Krystallsystemes ist, drei gleich lange, sich unter rechten Winkeln schneidende Axen. Viele fossil, darunter Ventriculites.

Farrea. Hyalonema. Euplectella. Holtenia.

2. **Ordnung.** *Lithistidae.* Die das eigentliche Skelet bildenden Kieselnadeln gehen von einer drei-, vier- oder mehrstrahligen Grundgestalt aus, deren Radien knorrig und unregelmässig ästig auswachsen und oft fest mit einander verwachsen.
Discodermia. Corallistes. Vetulina.

3. **Ordnung.** *Ancorinellidae* oder *Tetractinellidae.* Die vorherrschenden Nadeln sind dreizähnige Anker, Kieselformen, welche sich innerhalb des Typus einer dreikantigen, langgezogenen Pyramide bewegen. Diese Schwämme scheinen hervorgegangen zu sein aus den jetzt nur noch sparsam vertretenen Lithistiden mit unregelmässigem continuirlichem Kieselgeflecht und würden durch diese mit den fossilen Vermiculaten zusammenhängen.
Pachastrella. Tetilla. Ancorina. Geodia. Caminus.

4. **Ordnung.** *Halichondriadae.* Alle Schwämme ohne harte Skelettheile oder mit Kieseltheilen, welche aus einer linearen Grundform ableitbar sind. Daneben kommen aber, wie bei der 3. Ordnung, auch vielaxige Kieselsterne vor.
Halisarcinae. Ceraospongiae (Badeschwamm). *Renierinae. Suberitidinae. Desmacidinae. Spongillidae* (Süsswasserschwämme). Letztere scheinen von den Renieren sich abgezweigt zu haben.

5. **Ordnung.** *Calcispongiae.* Kalkschwämme. Schwämme mit einem aus kohlensaurem Kalk und organischer Grundlage bestehenden Skelet, darin einfache Nadeln, drei und vierstrahlige Sterne.
Ascones. Leucones. Sycones.

Die Körperoberfläche des Schwammes wird von einem, mitunter eine Cuticula ausscheidenden, Plattenepithel bekleidet, eine Schicht meist nur lose und beweglich mit einander verbundener Ectodermzellen. Die zwischen ihnen wechselnd entstehenden und vergehenden Poren, welche bei manchen Gattungen constant sind, gestatten dem umgebenden Wasser Eintritt in die einführenden Canäle, entweder direct oder durch die oberflächlichen subdermalen Kammern. Auch dieses Raumsystem ist mit einer vom Ectoderm herrührenden Zellenschicht belegt. Es führt in die von grösseren Wimperzellen — Kragenzellen — gebildeten kugel- oder korbförmigen Geisselkammern oder Wimperkörbe, von denen die Regelung der Wasserströme ausgeht. (Fig. 5.) Aus den Geisselkammern gelangt das Wasser in die ausführenden Canäle, welche sich in der Regel nicht direct nach aussen, sondern in einen grösseren Sammelraum, gewöhnlich Leibeshöhle genannt, öffnen. Von hier führt eine grössere, oft auch am Gipfel eines schornsteinähnlichen Rohres befindliche Oeffnung, Osculum, nach

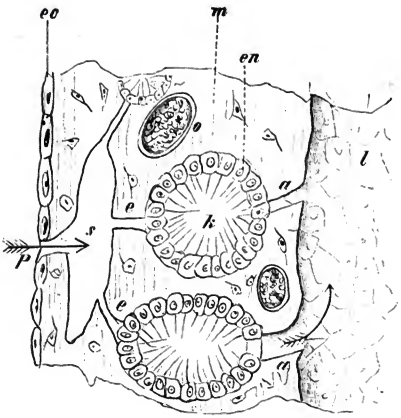


Fig. 5. Schnitt durch eine Spongie, senkrecht zur Oberfläche, schematisch. *ec* äusseres Epithel; *m* Bindewebschicht; *en* Zellen der Geisselkammer *k*; *p* Einlasspore; *s* Subdermalraum; *e* einführende Canäle; *a* abführende Canäle; *l* Leibeshöhle; o Eier.

aussen. Die Zellen der Wimperkörbe nebst den Epithelzellen des ausführenden Systems sind Entodermbildungen.

Zwischen den Wänden dieser Canalsysteme breitet sich nun meist eine sehr ausgedehnte Bindegewebschicht als das Mesoderm aus. In derselben entstehen unter Betheiligung der zelligen Elemente zunächst die verschiedenen Skeletbildungen, so die Hornfasern aus besonderen, sie scheidenartig umlagernden, absondernden „Spongoblasten", durch Verkieselung einzelner Zellen oder Ausscheidung die mannigfaltigen Kiesel- oder Kalknadeln und Körper, welche für die einzelnen Gruppen characteristisch sind.

Andre Zellen strecken sich und nehmen oft die Natur wahrer Muskelzellen an.

Die Ernährung geht durch Aufnahme der Nahrungstheilchen in Mesodermzellen vor sich. Die Spongien besitzen also ein verdauendes Parenchym, welches an das verdauende Protoplasma der Infusorien erinnert.

Endlich nehmen Zellen der Bindegewebeschicht den Character von Eiern an oder verwandeln sich in Spermatozoen, entweder in denselben oder in getrennten Individuen. Die Entwick-

lung geht entweder zerstreut im Bindegewebe oder nesterweise in kapselartigen Räumen vor sich und zwar nicht in einheitlicher Weise. Die halb oder ganz wimpernde ellipsoidische Larve bricht durch die ausführenden Canäle und setzt sich unter Verlust der Wimpern fest.

Alle diese Vorgänge vollziehen sich an der mit einem Osculum versehenen Spongie, die wir wegen dieser um das Osculum und die Leibeshöhle herum gesehenen morphologischen und physiologischen Concentration als ein unbestimmt oder schwankend strahlig gebautes Individuum betrachten.

Aber die meisten Spongien wachsen über die Gränzen eines solchen Individuums hinaus; es bilden sich Knospen, treten neue Oscula auf und entstehen Stöcke.

Viele Spongien sind durch zeitlich und örtlich constante Merkmale als gute Species zu bestimmen. Sehr viele schweifen in allen vermeintlichen Merkmalen so ins Unbestimmte, dass sie nicht als Gattungen und Arten fixirt werden können, sondern blosse Uebergangsreihen bilden.

B. Coelenteraten im engeren Sinne.

Milne-Edwards et J. Haime, *Histoire naturelle des Coralliaires.* Paris, 1855—61.

Lacaze-Duthiers, *Histoire naturelle du Corail.* Paris 1864.

Kleinenberg, Hydra. Leipzig, 1872.

F. E. Schulze, *Cordylophora lacustris.* Leipzig, 1872.

Semper, Ueber Generationswechsel bei Steincorallen, Z. f. w. Zool. 1872. XXII.

Lacaze-Duthiers, *Developpement des coralliaires.* Arch. d. Z. exp. I. 1872. II. 1873.

O. u. R. Hertwig, Die Actinien. Jen. Zeitsch. f. N. 1879. 1880.

Kölliker, Die Siphonophoren oder Schwimmpolypen von Messina. Leipzig, 1853.

Haeckel, Zur Entwicklungsgeschichte der Siphonophoren. Utrecht, 1869.

Metschnikoff, Ueber Entwicklung der Medusen und Siphonophoren. Z. f. w. Zool. XXIV. 1874.

O. u. R. Hertwig, Der Organismus der Medusen. Jena, 1879.

R. Hertwig, Ueber den Bau der Ctenophoren. Jena, 1880.

Haeckel, System der Medusen. Jena, 1880. ff.

Chun, Ctenophoren. (Fauna und Flora des Golfs von Neapel. I. Leipzig, 1880.)

L. Agassiz, *Contributions to the Natural History of North America.* Vol. 3. 4. 1860. 1862.

Al. Agassiz, *North american Acalephae.* Cambridge, 1865.

Systematische Uebersicht über die Coelenteraten.

Die äusseren und inneren Organe sind in der Vierzahl, seltener Sechszahl vorhanden oder in einem Multiplum von Vier wiederholt und nicht hintereinander, sondern im Kreis neben einander gestellt. Antimeren oder Gegenstücke[1]). Sie besitzen einen mit centraler Mundöffnung versehenen Verdauungsapparat, welcher in der Regel mit gefässartigen oder taschenförmigen Aussackungen versehen ist[2]). (Gastrovascularsystem.) Nesselorgane.

I. Polypi. Polypen. Blumenthiere.

Festsitzende, selten sich frei bewegende Coelenteraten. Der Mund führt in einen in die Leibeshöhle hineinragenden und sich in dieselbe öffnenden Magensack und ist umgeben von Fühlern. Auf den Rändern der Scheidewände die sog. Mesenterialfilamente.

A. *Polycyclia.* Vielkreisige. Die Zahl der Tentakeln und Kammern nimmt mit dem Alter zu, so dass zwei und mehr Cyclen entstehen. Tentakeln hohl, communiciren mit den radiären Kammern.

1. **Ordnung.** *Sclerodermata.* Harthäuter. Das durch Verkalkung der Körperwände und Scheidewände gebildete Skelet ist ein rings geschlossenes Kelchgerüst.
   Caryophyllia. Oculina. Amphihelia. Maeandrina. Astraea. Fungia. Madrepora. Porites.
2. **Ordnung.** *Malacodermata.* Weichhäuter. Keine Kalkablagerungen.
   Palythoa. Actinia.

B. *Monocyclia.* Einkreisige. Die Zahl der Tentakeln und Kammern vermehrt sich im Alter nicht, sie bilden nur einen Kreis.

3. **Ordnung.** *Octactina.* Achtstrahler. Tentakeln und Kammern acht; jene kurz, breit und fiedertheilig, nicht hohl.
   Sympodium. Alcyonium.
   Tubipora.
   Veretillum. Pennatula.
   Corallium. Isis. Gorgonia.
4. **Ordnung.** *Hexactina.* Sechsstrahler. Nur sechs Tentakeln und Kammern; jene breit, kurz und nicht gefiedert.
   Antipathes.

---

1) Im Gegensatz zu den Metameren oder Folgestücken der höheren Würmer, der Glieder- und Wirbelthiere.

2) Das Gastrovascularsystem repräsentirt in der That in seinen peripherischen Theilen die Leibeshöhle derjenigen Thiere (z. B. Sagitta, Brachiopoden), bei denen dieselbe durch Aussackungen aus dem Urdarme entsteht. Cfr. O. u. R. Hertwig, Studien zur Blättertheorie. IV. 1881.

II. Hydromedusae. Medusae. Quallen.

Eine lange Reihe von Formen in sehr verschiedenem Grade der Ausbildung, aber durch die Entwicklung eng verbunden. Sie beginnt mit festsitzenden polypenähnlichen Wesen ohne Magenrohr mit einfachen, sich nicht ablösenden Geschlechtsknospen (Gonophoren), deren die verschiedensten Stufen der Medusenorganisation zeigende Reihe mit den freiwerdenden scheiben- oder glockenförmigen Thieren, den Medusen, endigt. Der Ausgang dieser Mannigfaltigkeit von Polymorphismus und Generationswechsel ist in Stöcken gleich ausgebildeter Individuen (*Hydrella* Götte) zu suchen, die sich allmälig in steril bleibende und in, theils selbst fressende, theils aus dem gemeinschaftlichen Stocke ernährte Personen schieden[1]).

Hydra. Süsswasserpolyp. Bildet abfallende Knospen und periodisch Eier und Samen in kapselartigen Vorsprüngen. Aus den Eiern geht wieder die Mutterform hervor. *Hydractinia. Hydrella.*

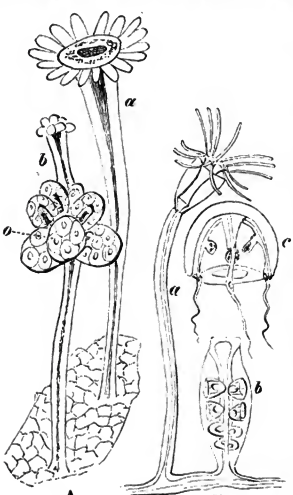


Fig. 6. *A. a* steriles Nährindividuum; *b* weibliches Individuum aus einer Colononie von *Hydractinia echinata*; *o* Eikapseln. *B* Quallen zeugende *Campanularia. a* Nähr. individuum; *b* Gonophor mit Quallenknospen; *c* freigewordene Qualle.

Campanularia dichotoma. Vielverzweigter Stock mit chitinöser Aussenscheide. In becherförmigen Individuen entstehen, nach den Stöcken getrennt, Eikapseln oder Samenkapseln, welche beim Hervortreten zur Zeit der Reife der Geschlechtsproducte mit Tentakeln versehen sind. Sie gehen, wenn Eier oder Samen abgegeben sind, ohne Weiterentwicklung zu Grunde. Bei der sogenannten *Campanularia gelatinosa* entwickeln sich jene Halb-Medusen zu frei schwimmenden Medusen. (Fig. 6). Dieselbe Entwicklung zeigen u. a. die Medusen *Sarsia* und *Bougainvillia.* Alle hierher gehörigen bilden die Abtheilungen *Tubulariae, Campanulariae* und *Sertulariae* oder *Hydriformia Autt.* Auch die sonst zu den Polypen gerechneten Milleporiden sind hier einzubeziehen, mit ihnen vielleicht auch *Pocillopora, Seriatopora* u. a. (Bodencorallen. *Tabulata.*) Ferner die *Stylasteridae.*

Diesen festsitzenden Formen läuft eine andere grosse Ordnung schwimmender Stöcke parallel, die *Siphonophorae* oder Röhrenquallen.

1) Es ist geradezu unmöglich, in Vorlesungen von so geringer Ausdehnung, wie die gewöhnlichen Universitätscurse sie gestatten, eine wirkliche systematische Ueber-

Sie bestehen aus einem gemeinschaftlichen, blasen-, röhren- oder scheibenförmigen Theil und daran sitzenden individuenähnlichen Organen (oder organähnlichen Individuen), welche als Saugröhren, Taster, Schwimmglocken, Geschlechtskapseln beschrieben werden. Erst ein Complex solcher Organe oder unvollkommen ausgestatteter Individuen ist das physiologische Aequivalent eines vollständigen Individuums. Polymorphismus.

Diphyes. Hippopodius.
Physophora. Crystallodes.
Physalia.
Velella. Porpita.

Bei *Velella* kommt es zur Bildung sich ablösender Medusen.

Sämmtliche freie Medusen, welche im Generationswechsel mit den Hydriformia zusammenhängen, und mehrere Abtheilungen mit directer Entwicklung (*Geryonia, Cunina* u. a.) zeichnen sich aus durch einen ganzrandigen, schleierartig vom Scheibenrande herabhängenden contractilen Gürtel, das *velum*. Sie bilden die Medusenunterklasse *Craspedotae* oder Schleierquallen.

Die übrigen Medusen, welche einen gelappten Schirmrand besitzen, sind die *Acraspedotae* (auch *Discophorae* genannt). Einzelne derselben, entwickeln sich direct (*Pelagia*). Andere (*Aurelia*) vermittelst einer hydraförmigen Zwischengeneration (*Scyphostoma*) und successiver vorderer Abschnürung derselben (*Strobila*). Auch entwickeln sie sich fast alle vor einer gemeinschaftlichen aus dem Strobilationsprocesse hervorgehenden einfacheren Jugendform (Ephyrula) aus.

Tessera. Lucernaria. Rhizostoma.

III. Ctenophora. Rippenquallen.

Die Rippenquallen haben einen kugeligen oder ovalen, contractilen Körper, welcher sich durch kammförmig angeordnete Flimmerorgane auf rippenartigen, zwischen den beiden Körperpolen verlaufenden Vorsprüngen fortbewegt. In der Richtung der Längsaxe ist eine verdauende Höhle, die von ihrem Grunde in ein, sich gewöhnlich am andern Pole öffnendes und radiär verlaufendes Canalsystem zunächst in den „Trichter" sich fortsetzt.

Beroe. Eucharis. Cestum.

Körperbedeckungen, Stütz- und Bewegungsorgane. An den Körperwandungen der Coelenteraten hat man in jedem Falle eine äussere Zellenschicht (Ectoderm) und eine innere, das

---

sicht über die Quallen zu begründen, zumal in dieser Systematik die allergrösste Unbestimmtheit herrscht, (verg. Huxley, Agassiz, Gegenbaur, Haeckel). Dagegen ist es leicht, an einigen zweckmässig gewählten Beispielen die allmälige Complication und das Verhältniss der höheren Zustände zu den niederen — wahrscheinlich ein Abbild der historischen Entwicklung — zu zeigen.

gesammte Gastrovascularsystem auskleidende Schicht (Entoderm) zu unterscheiden. In der Regel sind zwischen beiden noch zu beobachten die von dem Ectoderm stammende Stützlamelle, als deren Homologon die Scheibengallertmasse der Quallen auftritt, und die Muskellage, an der beide primäre Zellenschichten sich betheiligen können. In eigenthümlichen Zellen des Ectoderms, vielfach auch in solchen des Entoderms, entstehen die Nesselorgane. Sie bestehen gewöhnlich aus einem elliptischen Bläschen, welches eine klare Flüssigkeit und einen hohlen, spiralig eingerollten Faden enthält. (Fig. 7.) Letzterer wird durch den Druck der Flüssigkeit umgestülpt, und zieht, indem er an dem fremden Körper haftet, das Bläschen nach sich. Die auf diese Weise in unzählbaren Mengen verbrauchten Nesselkapseln ersetzen sich rasch. Ganz massenhaft entstehen sie bei den Actinien in den unterhalb der Mesenterialfilamente liegenden Fäden, den Acontien, welche zur Wehr oder Angriff aus dem Munde hervorgepresst werden können. Am complicirtesten sind die Nessel- und Fangapparate der Siphonophoren.

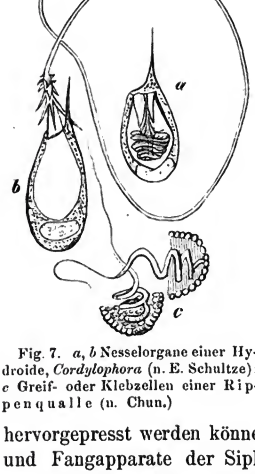


Fig. 7. *a*, *b* Nesselorgane einer Hydroide, *Cordylophora* (n. E. Schultze); *c* Greif- oder Klebzellen einer Rippenqualle (n. Chun.)

Verschieden hievon sind die Klebzellen der Rippenquallen, welche aus einem halbkugeligen, klebrigen, vielleicht auch nesselnden Köpfchen und einem in der Ruhe spiralig eingerollten Wurffaden bestehen.

Die der Mittelschicht angehörigen Hartgebilde der Polypen — *polyparium* — sind nach Zusammensetzung, Ausdehnung und Form höchst verschiedenartig. Bei den Achtstrahlern tritt entweder blos eine Chitinisirung (Verhornung) des Hintertheiles der Individuen und des gemeinschaftlichen, die Individuen verbindenden Stockgewebes (*Cönenchym)* ein, und es entstehen mehr oder weniger biegsame Axen *(Gorgonia, Antipathes),* oder es werden Kalkkörperchen von charakteristischer Form abgelagert, oder das Polyparium besteht aus Hornsubstanz und eingelagerten Kalkkörpern. So ist das Skelet von *Alcyonium* auf isolirte, sich nicht zu einem Stock ver-

bindende Kalkspicula beschränkt, während in *Corallium* im Hinterende der Individuen und im Cönenchym dieselben Körperchen sich zur starren baumförmigen Axe verbinden.

Für den dritten Fall dieser Skeletbildung geben *Pennatula* und Verwandte Beispiele. Bei den vielkreisigen Polypen findet ein allmälig um sich greifender Verkalkungsprocess statt, der vom Hintertheile, dem Fussblatt, auszugehen pflegt und sich auf dieses und die verticalen Scheidewände beschränkt *(Fungia)*, oder auch die Seitenwandungen trifft. In der verschiedenen Ausdehnung dieser Verkalkung in Verbindung mit der Stellung der Knospen und der Ausdehnung des Cönenchyms, endlich der geringeren oder grösseren Dichtigkeit des Kalkgewebes liegen die Bedingungen des so vielfach wechselnden Habitus der Korallenstöcke, denen sich diejenigen der Milleporiden anreihen. Im Verlauf des Wachsthums stirbt bei den meisten Polypen das Hintertheil oder der Fusstheil unter vorgeschrittener Verkalkung ab.

Die einst von Milne-Edwards vorgetragene Theorie, wonach die Vermehrung der Scheidewände des einfachen Polypenstockes nach Zahl und Aufeinanderfolge der Kreise und System in durchaus regelmässiger Weise vor sich gehen sollte, hat sich als hinfällig erwiesen (Semper. Lacaze-Duthiers). Es fallen oft einzelne der zu erwartenden Septa aus, und das Wachsthum der gleichzeitig auftretenden Septa ist nichts weniger als gleichmässig, sondern ein Cyclus gleich langer, überhaupt schliesslich gleich entwickelter Septa kann in seinen einzelnen Theilen den verschiedensten Zeiten des Wachsthums angehören. Am sichersten bisher bei den Actinien, Turbinolien, Eupsammiden und Fungiden beobachtet.

Mit dieser Ungleichmässigkeit der Septalbildung hängt die oft sehr stark ausgesprochene bilaterale Anlage des Coelenteratenleibes zusammen.

Die Muskulatur ist bei den Polypen vorzugsweise um den Mundpol entwickelt, wo zahlreiche Fasern als Constrictoren des Mundes und Zurückzieher der Fühler wirken. Einen stärker entfalteten Hautmuskelschlauch besitzen die Actinien.

Die Medusen contrahiren ihren grösstentheils aus einem Bindegewebe bestehenden Schirm durch Ring- und Radial-Fasern.

Die untere Fläche des Schirmes wird Subumbrella genannt.

Empfindungsorgane. Das Nervensystem der Craspedoten erscheint als ein Ring, welcher durch das Velum in einen

oberen und einen unteren Strang, zusammenhängend durch feine Fäden, zerlegt wird. Ein solcher Ring ist bei den Acraspeden nur ausnahmsweise (Charybdaea) vorhanden, sondern die reichen nervösen Elemente in der Nähe der Randkörper scheinen unabhängig von einander zu sein.

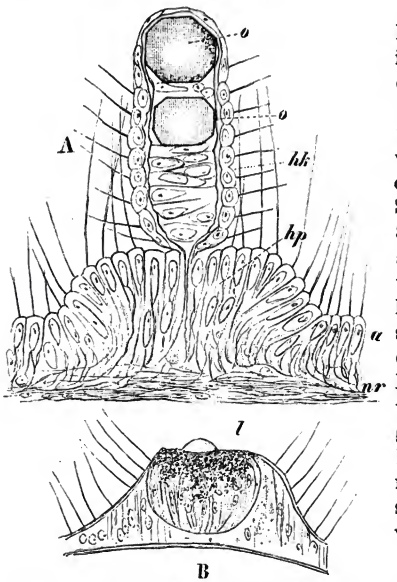


Fig. 8. *A.* Gehörorgan von *Cunina lativentris* (n. O. u. R. Hertwig). *nr* oberer Nervenring; *a* Sinnenepithel; *hp* Hörpolster; *hk* Hörkölbchen von Ectoderm; *o* Otolithen. *B.* Ocellus von *Litzia Köllikeri*; *l* Linse (n. H.)

Hierzu kommt namentlich als Bedeckung der im gesammten Gebiete der Oberfläche liegenden Ganglienzellen und Nervenfibrillen und vorzugsweise in der Region des oberen Nervenringes ein Sinnesepithel. (Fig. 8.) Auch jene Reihen der als Randbläschen und Randkörper bekannten Sinnesorgane sind modificirte Theile der Epithelschicht des Ectoderms und des Entoderms, ganz besonders geeignet, die Umwandlung indifferenter Elemente zu Organen besonderer Function zu verfolgen[1]).

Gastrovascularsystem. Die Coelenteraten sind charakterisirt durch eine eigenthümliche Combination der Verdauungs-, Circulations- und Athemvorrichtungen, ein oft höchst entwickeltes und complicirtes Höhlensystem, welches, abgesehen von dem gleich zu erwähnenden Magen der Polypen, aus dem primären Larvendarme hervorgeht.

Die Polypen erhalten durch eine nachträgliche Ectoderm-

1) O. u. R. Hertwig, das Nervensystem und die Sinnesorgane der Medusen. Leipzig, 1878.

einstülpung ein Magen- oder Schlundrohr, dessen Wand mit den Seitenwandungen des Leibes durch die radiären Mesenterialfalten oder Septa verbunden ist, während sich das Rohr unten in die centrale Höhle öffnet, in welche sämmtliche durch die Septa getrennten Taschen oder Fächer einmünden. (Fig. 9.)

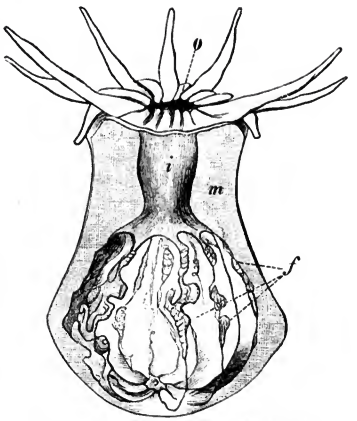


Fig. 9. Junge Actinie, Längsschnitt (n. Lacaze Duthiers). *o* Mund; *i* Magen; *m* Mesenterialfalten oder senkrechte Scheidewände, Septa; *f* Mesenterialfilamente.

Es ist passend, hier der Mesenterial- oder Gastralfilamente zu gedenken, fadenartiger, stellenweise gedrehter oder geknäuelter Organe, welche auf dem freien Rande der Septa vieler Polypen, namentlich der Actinien liegen. Der mittlere vorspringende Theil ihrer freien Kante enthält zahlreiche Drüsenzellen, während die sehr entwickelten Flimmern der Seitenkanten wesentlich der Bewegung der umspülenden Flüssigkeit dienen dürften. Auch die acraspeden Medusen besitzen die Gastralfilamente, welche bei ihren Scyphostomen als 4 Längswülste der inneren Magenfläche vorhanden sind, auf denen dann tentakelähnliche Fortsätze entstehen. Diese Organe fehlen den Hydroidpolypen und Craspedoten.

Auch die meisten Quallen haben einen centralen Magen, der aber nicht jenem Magen- oder Schlundrohr der Polypen, sondern dem unterhalb desselben gelegenen Raume entspricht, von welchem die Septalabtheilungen ausgehen. Hieraus ergiebt sich die Homologie der strahligen Aussackungen oder kanalartigen Fortsätze der Medusen und Rippenquallen (Fig. 10). Jedoch nur die Acraspedoten besitzen die den Mesenterialfilamenten homologen Gastralfilamente. Bei den Röhrenquallen sind die sogenannten Saugröhren als diejenigen Individuen aufzufassen, welche in ihre einfache Höhlung die Nahrung für sich und zum Besten der mit den übrigen Functionen betrauten Individuen des Stockes aufnehmen.

Mit diesem eigentlichen Verdauungsapparat sind nun die Cir-

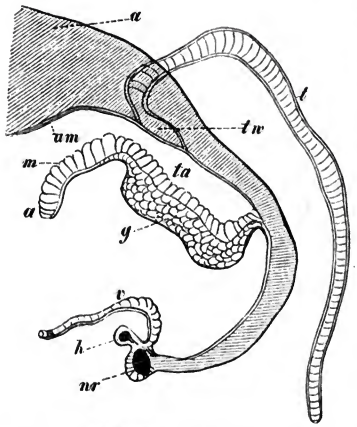


Fig. 10. Adradialer Schnitt durch eine craspedote Meduse, *Solmundus tetralimus* (n. Haeckel). *a* Mund; *m* untere, *um* obere Magenwand; *ta* Magentasche; *g* Geschlechtsdrüse; *u* Gallertschirm, Umbrella; *t* Tentakel; *tw* Tentakelwurzel; *nr* Schirmrand, darin der Nervenring; *h* Gehörblase; *v* Velum.

culations- und Athmungsvorrichtungen in folgender Weise verbunden.

In keiner Klasse scheinen besondere Blutgefässe zu existiren. Auch wird die richtige physiologische Würdigung der auf Blut- oder Chylus-Circulation sich beziehenden Verhältnisse noch dadurch erschwert, dass dieselbe Flüssigkeit, welche offenbar als Chylus zu deuten, immer zugleich der Art mit Wasser vom Magen aus verdünnt wird, dass man, nach der Analogie mit anderen Thieren, nicht Chylus, sondern zur Athmung zu verwendendes Wasser vor sich zu haben glaubt.

Man wird das Richtige treffen, wenn man von solcher Analogie absieht. In den Räumen, wohin das Blut gelangt, wie es von den Magenwänden ausgeschieden wird, geht zugleich die Respiration vor sich, wozu die Luft jenes theils willkürlich, theils unwillkürlich mit aufgenommenen Wassers verwendet wird. Es sind also weder besondere Circulations- noch Athmungs-Organe, da beide Functionen unscheidbar in einander übergehen. Dabei sind aber folgende Modalitäten zu bemerken.

Die in die Leibeshöhle der Polypen durch die Magenwände ausschwitzende Chylusflüssigkeit wird durch das Wasser willkürlich mehr oder weniger verdünnt, welches durch die Oeffnung im Magengrunde Einlass findet. Die Flüssigkeit wird durch Flimmerorgane in Bewegung gesetzt und längs der Körperwände bis in die Spitzen der hohlen Fühler umgetrieben. Bei den Polypencolonieen, wo die einzelnen Polypenleiber mit dem Stocke communiciren, setzen sich diese Strömungen von einem Individuum zum anderen durch den ganzen Stock fort. Es ist dadurch auch die Ernährung und das Wachsthum derjenigen Theile des Stockes ermöglicht, welche von

den Individuen weit entfernt sind (z. B. Wurzeln und Stiel der Rindencorallen).

Bei den Schwimmpolypen oder Röhrenquallen „geht das Verdaute wahrscheinlich zugleich mit gewissen Mengen von Seewasser aus den Polypen (Fressindividuen Leuckart, Saugröhren der früheren Autoren) durch ihre hohlen Stiele in den ebenfalls hohlen Polypenstamm (Reproductionskanal) über. In diesem bewegt sich der Nahrungssaft mit Ausnahme der Diphyiden, wo in grösserer oder geringerer Ausdehnung ein Flimmerepithelium sich findet, nie durch Flimmerbewegung, sondern durch die Contractionen der sehr musculösen Wände des Stammes unregelmässig hin und her, und gelangt aus demselben" auch in die Höhlung der übrigen Organe, deren einige (Schwimmglocken, medusenförmige Geschlechtsorgane) auch mit Gefässen zur Aufnahme jenes Saftes versehen sind.

Nur bei den Velelliden gelangt der Nahrungssaft in ein netzförmiges zusammenhängendes Kanalsystem, welches sich durch den ganzen (der Kolonie gemeinsamen) Körper verzweigt. Die Bedeutung desselben ist aber keine andere, als die des Reproductionskanales mit den davon ausgehenden Höhlungen.

Bei den Scheibenquallen und Rippenquallen finden wir ein vom Magen ausgehendes System blindsackartiger Anhänge oder radiärer Kanäle, in Verbindung mit Ringgefässen.

Bei den Scheibenquallen tritt das mit Chylus vermischte Wasser unmittelbar aus dem Magen oder dessen Blindsäcken in die radiären Kanäle, und diese verlaufen, einfach oder sich theilend, nach dem Scheibenrande und münden dort in ein Ringgefäss ein. Es sind ihrer z. B. bei *Medusa aurita* 8 einfache und 8 mit gabligen Seitenzweigen; bei *Acquorea* zählt man 74. Die Oeffnungen des Ringgefässes der Medusen, fälschlich „After" genannt, entsprechen den zahllosen feinen Excretionsporen, welche bei den Actinien aus den Taschen nach aussen führen. Die verbrauchten Speisereste werden nämlich überall nur durch den Mund entleert.

Bei den Rippenquallen trennt eine Einschnürung den, wie bei den Polypen, aus einer Ectodermeinstülpung hervorgehenden Magen von dem „Trichter", einer Höhlung, von welcher die Kanäle des Gastrovascularsystems entspringen (Fig. 11). Aus dem aufwärts gehenden „Trichtergefäss entspringen 4 Aeste, von denen 2 als Excretionskanäle oben münden.

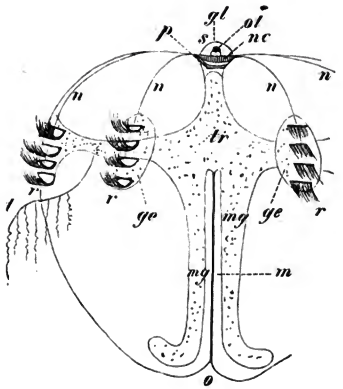


Fig. 11. Geschlechtsreife Larve von *Eucharis* (n. Chun). *o* Mund; *s* Sinnespol; *m* Magen; *mg* Magengefässe; *tr* Trichter; *nc* Nervencentrum; *p* Polplatte; *gl* Glocke; *ot* Otolithen; *n* Nerven; *r* Rippen; *t* Tentakel; *ge* Geschlechtsorgane.

Da, abgesehen vom Schlundrohr der Polypen, die genannten Höhlungen in allen Abtheilungen aus der primitiven Gastrulahöhle hervorgehn und vom Entoderm begränzt bleiben, so sind sie in ihrer Gesammtheit morphologisch dem Darmkanal homolog, nicht dem Darmkanal und einer Leibeshöhle. Letztere ist im Allgemeinen nicht vorhanden. Ihr entspricht die Höhlung der Larve zwischen Ento- und Ectoderm, die mitunter in geringer Ausdehnung bestehen bleibt und bei den Schirm- und Rippenquallen mit gallertiger Bindegewebs-Masse ausgefüllt wird.

Fortpflanzungsorgane. Alle Polypen können sich wenigstens periodisch durch Eier und Samen fortpflanzen. Regel ist die Trennung der Geschlechter nach Individuen, gewöhnlich auch nach den Stöcken, also Diöcismus. Doch kommen, wie bei *Corallium rubrum,* zwischenunter auch hermaphroditische Individuen vor. Sie ermangeln eigentlicher Geschlechtsdrüsen, vielmehr entwickeln sich Eier oder Samen aus Zellengruppen auf den Rändern oder zwischen den Lamellen der Septen. Die Entleerung der Geschlechtsprodukte findet durch den Magen und Mund statt.

Die Geschlechtsverhältnisse der Hydromedusen oder Hydriformia und der Quallen haben eine sehr verschiedene Auffassung erfahren. Man war nach Gegenbaur's Vorgang fast allgemein überzeugt, die Medusen seien hervorgegangen aus dem Geschlechtsorgan, dem Gonophor der Hydriformia, welche keine Medusen erzeugen. Neuerdings ist im Gegentheil die Homologie der Meduse mit der polypenförmigen Hydromeduse bewiesen (Claus, R. u. O. Hertwig), und es gilt die morphologische Auffassung, dass die einfacheren Gonophoren rückgebildete Individuen entweder von Hydromedusen, oder auch von einstmals weiter zu freien Medusen ent-

wickelten Formen seien, die freien Medusen aber höher entwickelte Personen.

Aber auch das Gonophor oder das vom Nährindividuum abweichende Geschlechtsindividuum ist nicht das Primäre, sondern solche Formen, wie *Hydrella*, wo entfernt von den Individuen in der gemeinschaftlichen Stockmasse — dem Coenosark — indifferente Zellen zu Geschlechtszellen werden, um als Eier oder Samenzellen in die sie aufnehmenden Gonophoren und Geschlechtspersonen zu wandern. Diese neuesten Untersuchungen haben ferner ergeben, dass bei der Erzeugung von Ei und Samen die primitiven Keimblätter in verschiedenster Weise betheiligt sein können [1]).

Die Siphonophoren sind monöcisch (mit einzelnen Ausnahmen wie *Diphyes quadrivalvis*), die übrigen Hydromedusen diöcisch.

Hydroid- und Scheibenquallen pflegen sich sehr auffällig in der Lage der Geschlechtsdrüsen zu unterscheiden. Bei jenen liegen sie mehr in unmittelbarer Nähe und längs der Gastrovascularräume; bei den Acraspedoten sind dagegen die Geschlechtsproducte, wahrscheinlich aus dem Entoderm heraustretend, als wulstige oder krausenförmige Massen in besonderen taschenförmigen Erweiterungen der Subumbrella um Mund oder Magen herum enthalten. Sie dehisciren in die Magenwand hinein.

An den Armen einiger weiblichen Scheibenquallen *(Aurelia)* entwickeln sich eigenthümliche Bruttaschen, in welchen längere Zeit die Jungen beherbergt werden.

Die Rippenquallen sind Zwitter; ihre schlauchförmigen Hoden und Ovarien, die sich, wie bei den Scheibenquallen, nur periodisch entwickeln und sich äusserlich so gleichen, dass sie häufig nur durch eine nähere Analyse ihres Inhaltes sich unterscheiden lassen, liegen neben den Rippen, auf einer Seite ein Ovarium, auf der anderen ein Hode. Ihre Produkte werden unmittelbar in die Kanäle des Gastrovascularapparates entleert, in Uebereinstimmung mit den meisten übrigen Cölenteraten.

Es ist schon aus dem Obigen ersichtlich, dass bei fast allen

---

1) a) Beiderlei Geschlechtsstoffe entstehen im Ectoderm: *Hydra*, *Cordylophora*, *Tubularia;* b) beide im Entoderm: *Plumularia*, *Sentularia*, Mehrzahl von *Eudendrium;* c) Samen im Ectoderm, Eier im Entoderm: *Gonothyraea*, *Campanularia*, *Hydractinia*, *Clava*. Sogar Arten derselben Gattung verhalten sich verschieden: Bei *Eudendrium racemosum* Cuv. entstehen die Eizellen im Ectoderm des Coenosarks und wandern erst später ins Entoderm, bei *Eu. ramosum* entstehen sie im Entoderm. (Weismann.)

Cölenteraten, mit Ausnahme der Rippenquallen, die geschlechtliche Fortpflanzung mit einer ungeschlechtlichen theils in den Stöcken combinirt ist, theils mit derselben abwechselt und dass die Entwicklung mit Metamorphose oder Generationswechsel verbunden ist (vgl. S. 14). Die Larven der Polypen erscheinen, aus dem Ei hervorgehend, als flimmerhaarige rundliche oder gestreckte Körper ohne innere Differenzirung, die sich erst nach einer Periode freien Schwärmens festsetzen, während welcher sie sich zu einer Gastrula eingestülpt haben oder durch Abspaltung zweischichtig geworden sind. Dieses Individuum wandelt sich zu einem Polypen um, und nun erfolgt bei den meisten die ungeschlechtliche Fortpflanzung, die Stockbildung[1]). In der Regel werden dabei nur Individuen hervorgebracht, welche unter einander gleich sind und geschlechtsreif werden. Doch kommt auch Generationswechsel vor (K. Semper, Ueber den Generationswechsel bei Steinkorallen. Z. f. w. Zool. XXV. 1872).

Auch bei den Hydriformien und Siphonophoren geschieht die Gründung der Stöcke durch eine bewimperte Larve, und die Ausbildung der Stöcke durch eine mehr oder weniger differente Knospung. Besonders belehrend sind die Beobachtungsreihen Haeckel's über *Physophora*, *Crystallodes* und *Athorybia*. In der ellipsoidischen Larve der *Physophora* erscheint eine Primi-

1) L. Agassiz hat beobachtet, dass wenigstens ein Theil der einfachen und stockbildenden Polypen in eine Reihe gebracht werden kann, in welcher jedes Glied als Jugend- und Wachsthumszustände diejenigen Formen und Stadien durchmacht, welche bei den einzelnen vorhergehenden Gliedern stationär bleiben. Das die Colonie gründende Individuum repräsentirt den Zustand von *Actinia*. Indem es verkalkt, wiederholt es die Gattung *Turbinolia;* und so geht es weiter durch die Zustände der Funginen. Asträinen zu den Madreporinen. Es ist jedoch beizufügen, dass hierin kein genetischer Zusammenhang vorliegt. — In der Regel sind zwar die Polypenindividuen gleichmässig ausgebildet. Dass aber der Polymorphismus nicht fehlt, zeigen Kölliker's Beobachtungen einer Reihe von Pennatuliden. Bei ihnen finden sich dreierlei Individuen an einem Stocke, und zwar: „1) Nahrung aufnehmende, ganz entwickelte Polypen mit Tentakeln; 2) unentwickelte, tentakellose Polypenknospen, die Geschlechtsorgane bilden; 3) rudimentäre Individuen ohne Tentakeln und Geschlechtsorgane, die von Kölliker sogenannten Zooide. Die Geschlechtsthiere und die Nährthiere stehen sich ferner wie junge und alte Thiere gegenüber und wird das Verhältniss beider dadurch noch eigenthümlicher, dass wenigstens ein Theil der Geschlechtsthiere später sicher in Nährthiere sich umwandelt, indem alle entwickelten Blätter eines Stockes einmal im Stadium der unentwickelten Blätter mit Geschlechtsthieren sich befanden und unzweifelhaft die Bildung der Geschlechtsprodukte nicht erst dann beginnt, nach dem ein Stock schon alle seine Blätter entwickelt hat."

tivhöhle als erste Anlage des Gastrovascularsystems. Von dieser schnürt sich der Luftsack ab, entsteht das sich bald darauf öffnende, lange Zeit einzige Ernährungsorgan der ganzen Kolonie, der erste „Polypit“ und zweigen sich die Nährkanäle der übrigen Theile der Larve ab. Diese sind ein einem Medusenschirme vergleichbares, später verloren gehendes Deckstück und zwei schlauchförmige Ausstülpungen der Magenwand, wovon die eine zum Fangfaden des Polypiten, die andere zum ersten Taster wird. Bis hierher „erscheint die ganze Larve noch als ein einfaches Hydromedusen-Individuum im gewöhnlichen Sinne (als eine „Person“ im Sinne Haeckel's).“ Nachdem das Deckstück abgeworfen, erfolgt die weitere Ausbildung der *Physophora* durch das Hervorknospen neuer, polymorpher Individuen.

Abweichend hiervon Metschnikoff, nach welchem die Lufthöhle primitiv durch eine Duplicatur des Ectoderms gebildet wird. Auch leitet er aus dem Umstande, dass nach seiner Auffassung schon die jüngsten Siphonophoren-Larven (*Stephanomia* u. a.) ein und dasselbe Organ oder zwei homologe Organe — Deckstück und Luftapparat je gleich dem Medusenschirm — in mehrfacher Anzahl besitzen, die Erklärung ab, dass die Siphonophoren Individuen mit mehr- oder vielfacher Anzahl der Organe, selbst der Magen seien.

Die Mehrzahl der höheren Scheibenquallen ist einem Generationswechsel unterworfen. So gleicht die Polypengeneration, das *Scyphostoma*, der *Aurelia (Medusa) aurita* den Hydren des süssen Wassers und wurde als *Hydra tuba* beschrieben; sie vermehrt sich in Polypenart durch Ausläufer *(stolones)* und durch seitliche Knospenbildung. Endlich, nachdem der Ammenkörper sich gestreckt, sondert er vom Mundende aus Querknospen ab und man findet häufig eine Reihe solcher Medusengemmen über einander, wie eine Reihe Tassen. Er heisst in diesem Zustande *Strobila* (Fig. 12). Der Ernährungskanal zieht sich durch sämmtliche Theilindividuen hindurch. Diese Gemmen *(Ephyrula)* lösen sich los, indem an der obersten, welche die Polypenarme trug, diese verschrumpft sind und an dem übrig bleiben-

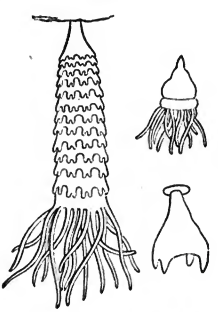


Fig. 12. Generationswechsel von *Medusa aurita*. A. Polypenstadium. B. Beginn der Strobilabildung. C. Die Strobila vor dem Zerfall in die Ephyrulae.

den Stumpfe neue hervorwachsen, woraus hervorzugehen scheint, dass derselbe von Neuem proliferiren könne. So verhalten sich auch *Cyanea capillata, Cassiopeia borbonica, Chrysaora* und *Cephea.* Bei anderen Quallen *(Pelagia, Aeginopsis mediterranea, Trachynema ciliatum)* verwandelt sich die schwimmende Larve direct in die Meduse. Die in diesen Fällen zur Regel gewordene verkürzte Entwicklung tritt nach Haeckel bei *Aurelia aurita* mitunter ausnahmsweise ein.

Eine häufigere Erscheinung bei den Scheibenquallen ist die Knospenbildung, indem sowohl im unreifen als im geschlechtsreifen Zustande von allen Theilen des Gastrovascularsystems aus (Magen — *Sarsia;* Scheibenrand — *Hybocodon;* Radiärkanäle — *Clavatella prolifera* u. s. w.) durch locale Ausstülpungen der Wandungen neue gleichartige Quallen entstehn. Hierher gehören auch die Knospenähren der Cunina, welche am Magenstiele der Geryonia angeheftet sind.

Auch die Entwicklung der Ctenophoren schliesst sich typisch derjenigen der übrigen Cölenteraten an, indem das Gastrovascularsystem aus den Faltungen und Verästelungen der primitiven Gastrula-Einstülpung hervorgeht. Die Entwicklung ist aber eine kürzere und directe, ohne Metamorphose und Generationswechsel.

III. Echinodermata. Stachelhäuter.

J. Müller, Ueber den *Pentacrinus Caput Medusae*. Berlin, 1843.
J. Müller und Troschel, System der Asteriden. Braunschweig, 1843.
Al. Agassiz, Revision of the Echini. Cambridge M. 1872—75.
S. Lovén, Études sur les Échinoides. (Kongl. Svenska Vet. Ac. Handlinger. II. Stockholm, 1875).
Selenka, Anatomie und Systematik der Holothurien. Z. f. w. Zool. XVII. XVIII.
Semper, Reisen im Archipel der Philippinen. I. Leipzig, 1868. (Holothurien).
Ludwig, Morphologische Untersuchungen an Echinodermen. 1877 u. ff. in Z. f. wiss. Zool.
J. Müller, Ueber Entwicklung der Echinodermen in d. Abh. der Berliner Academie 1848—1853.
Baur, Naturgeschichte der *Synapta digitata*. Dresden, 1864. Verhandll. der Leop. Academie. Bd. 31.
Götte, Vergleichende Entwicklungsgeschichte der *Comatula mediterranea*. Arch. f. mikr. Anat. 1876.

Systematische Uebersicht über die Echinodermen.

Die Organsysteme sind als Antimeren gewöhnlich in der Fünfzahl um eine mittlere, Bauch- und Rückenpol verbindende Axe radiär angeordnet. Die äusseren Bedeckungen erstarren oft zu einem Kalkskelet von eigenthümlich mikroskopischem gitterförmigem Gefüge. Darmkanal geschlossen. Ihre Bewegungsorgane sind Saugfüsschen, schwellbar durch ein besonderes, auch der Athmung dienendes Wassergefässsystem und meist in regelmässigen Reihen, *ambulacra*.

1. **Ordnung.** *Crinoidea.* Haarsterne. Ein gegliederter Stiel trägt den kegelförmigen, mit der Ventralseite aufwärts gekehrten Rumpf. Die Skeletstücke desselben liegen an der Dorsalseite. Die meisten fossil.

   Rhizocrinus. Zeitlebens gestielt. Eine Verbindungsform zwischen den fossilen Apiocriniten und den übrigen lebenden Gattungen.

   Pentacrinus. Zeitlebens gestielt.

   Comatula. In der Jugend gestielt, später frei.

2. **Ordnung.** *Asteroidea.* Seesterne. Körper fast immer ein fünfstrahliger Stern mit wesentlich verschiedener Ober- und Unterseite. Mund mittelständig unten. Die Ambulacra verlaufen vom Munde zu den Enden der Strahlen. Ein inneres, aus Plattenreihen bestehendes Skelet ist ihnen eigenthümlich.

I. Familiengruppe. *Asteriadae.* Seesterne i. e. S.

Die Strahlen bilden unmittelbare Fortsetzungen der Scheibe und nehmen in ihre Höhlung die vom Magen ausgehenden Blindsäcke auf.

Asteracanthion. Astropecten. Solaster.
Oreaster. Astrogonium. Asteriscus.

Sehr alte, mit *Asteracanthion* übereinstimmende Echinodermen aus dem unteren Silur scheinen hierher zu gehören. Eine Zwischenform zwischen dieser und der nächsten Gruppe ist *Brisinga.*

II. Familiengruppe. *Ophiuridae.* Schlangensterne.

Die mehr drehrunden Arme sind von der Körperscheibe abgesetzt und nehmen keine Eingeweide auf.

A. *Ophiurae.* Kriechend. Arme nie getheilt, nicht einrollbar.

B. *Euryalae.* Bewegen sich schwimmend mit Hülfe der einrollbaren durch 5 Paar Rückenrippen gestützten Arme.

3. **Ordnung.** *Echinoidea.* Seeigel. Das scheiben- bis kugelförmige Skelet besteht aus unbeweglich mit einander verbundenen Tafelreihen. Bei Familie II und III bilaterale Verschiebung.

I. Familie. *Cidaridae.* Kronenigel.

Mund und After polar entgegengesetzt. Ein Kiefergestell.

Cidaris. Echinus.

II. Familie. *Clypeastridae.* Schildigel.

After unten. Ein Kiefergebiss. Schalenwände mit Verdoppelungen und inneren Pfeilern.

Echinocyamus. Clypeaster. Mellita.

III. Familie. *Spatangidae.* Herzigel.

Mund quer, excentrisch; After unten hinter der Mitte.

Spantangus. Brissus. Schizaster. Pourtalesia.

Zwischen die Echinoiden und Holothurien schiebt sich die Gruppe der Echinothuriae ein, Seeigel mit beweglichen Platten.

Echinothuria aus der Kreide. Jetzt repräsentirt durch *Asthenosoma* (*Calveria*).

4. **Ordnung.** *Holothurioidea.* Seegurken. Körper walzenförmig. In der Haut nur einzelne Kalkgebilde, nie ein zusammenhängendes Skelet. Mund und After polar entgegengesetzt. Durch einseitige Entwicklung der Ambulacra entstehen Formen mit Bauch- und Rückenseite.

Holothuria. Pentacta. Thyone. Psolus. Synapta.

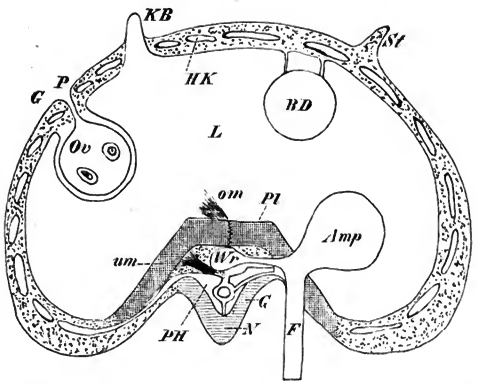


Fig. 13. Schematischer Durchschnitt des Asteriden-Armes (n. Ludwig, vereinfacht). *L* Leibeshöhle; *HK* Hautkanalsystem der Leibeshöhle; *KBl* Kiemenbläschen; *St* äussere Integumenterhebung; *Bd* Blinddarm; *an* Mesenterialfalten; *GP* Geschlechtsöffnung; *Ov* Eierstock; *Pl* Armplatte; *om, um* Plattenmuskeln; *Wr* radiäres Wassergefäss; *Amp* Ampulle; *F* Saugfuss; *G* Blutgefäss; *PH* Perihämalraum; *N* Nerv.

Körperbedeckung und Skelet. Die sämmtlichen Hartheile aller Echinodermen (Platten, Stacheln u. s. f.) sind nicht freiliegende Ausscheidungen einer darunter liegenden Matrix, sondern entstehn innerhalb der Hautbedeckungen in Form sehr charakteristischer mikroskopischer Kalkgitter. Es ist also festzuhalten, dass die Skelettheile, auch wenn sie, wie gewöhnlich die Enden der Stacheln, nackt zu Tage hervortreten, doch eigentlich von einer, oft wimpernden Zellenschicht überzogen waren. Bei den Spatangen bilden die Wimpern eigne Säume und Wege, die *semitae;* welche zur Reinhaltung der Rückenfläche zu dienen scheinen. Bei den Crinoiden ist die Bauchseite weich, die Rückenseite verkalkt, und das aus Scheiben oder kurzen, durch eine sehnige, elastische Interarticularsubstanz verbundenen Cylindern zusammengesetzte Skelet setzt sich in die Arme, Pinulae und Cirrhen fort. Auch der Stiel der Pentacrinen und der jungen Comatuln ist gleicherweise gegliedert. Bei den Echinoiden haben sich die einzelnen Kalkplatten zu einer unbeweglichen Schale zusammengelegt. Die Platten sind in regelmässigen Reihen geordnet und bilden, abwechselnd mit den Interambulacralfeldern, die Ambulacralfelder, indem sie, zur Verbindung der äusseren Füsschen mit den inneren Am-

bulacralbläschen, durchlöchert sind. Nur bei den Spatangiden können die beiden Plattenreihen des hinteren unpaaren Interradius durch besondere Muskeln etwas gegen einander bewegt werden. Von der Mundöffnung der eigentlichen Echinen und der Clypeastriden ragen Kalkfortsätze in den Körper hinein, welche Muskeln und Bändern der Kauwerkzeuge zum Ansatz dienen.

Bei den Echinoiden und Ophiuren liegt den Schildern und Platten, wenn auch in geringer Menge, eine organische Materie zu Grunde, die man, nach Entfernung des Kalkes durch Säuren, als ein zartes Gitterwerk darstellen kann. In der, hauptsächlich aus einer beträchtlichen, elastischen Faserschicht, unter einer dünnen Zellenlage, bestehenden Hautbedeckung der Asterien finden sich bedeutende Kalkmengen abgelagert in Form unregelmässiger Balken und Netze. Hiermit werden wir zu den Holothurien geführt, in deren lederartiger Cutis der Kalk zwar in geringeren Mengen, aber unter den mannigfaltigsten und sonderbarsten Formen vorkommt, theils als irreguläre, durchbohrte Scheiben, als Stäbchen und Körner, theils als regelmässige, oft an die Schneekrystalle erinnernde ebene oder pyramidale Kalkgestelle und Säulenplatten. Höchst eigenthümlich sind in der Familie der Synaptinen die sogenannten Anker. Ein solcher besteht aus einem zweispitzigen Bogen, der vermittelst eines Stieles an eine mehr oder minder regelmässig durchlöcherte Kalkplatte angefügt ist. Die Anker ragen aus der Haut hervor und dienen wahrscheinlich als Haftorgane.

Von den vielfachen, dem Hautskelet angehörigen Anhängen der Echinoiden und Asteriden thun wir, als der merkwürdigsten, nur der Pedicellarien Erwähnung. Es sind über den ganzen Körper verbreitete Greifapparate, bestehend aus einem Stiele mit oben eingelenkten zangenartigen Armen. Ihre Verrichtung besteht in dem Ergreifen und Fortschaffen von fremden Körpern und der Fäcalmassen, also im Reinhalten der Haut. Sie stimmen ihrer Entstehung nach mit den Stacheln überein.

Die morphologische Bedeutung der wirbelartigen Platten in den Armen der Asteroiden, welche die Naturphilosophen einst mit den Wirbeln der Vertebraten verglichen, lässt sich aus der Lage der Ampullen, durch welche die Füsschen der Asteroiden und Echiniden gefüllt werden, erschliessen. Man darf annehmen, dass jene Kalkstücke in den Armen der Asterien den Ambulacralplatten der Echiniden entsprechen. Man kann die Erklärung geben, dass diese Skeletplatten bei den Asterien Fortsätze entwickelt haben, welche

über dem Nervenstrang und Wassergefäss zusammenstossen, während bei den Echinoiden beide Organe durch eine entgegengesetzte Entwicklung der Platten eine entgegengesetzte Lage im Verhältniss zu diesen Skelettheilen haben, indem Nerv und Wassergefäss inwendig liegen.

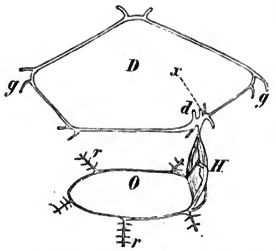
Am vorderen Ende der Ambulacra der Cidariten kommen beide Bildungsweisen zusammen vor, indem die Ambulacralplatten an der inneren Seite der Porenreihen Fortsätze senkrecht nach innen schicken, welche die Stämme der Ambulacralgebilde, Nerv und Wassergefäss, zwischen sich nehmen.

Während bei den Asterien die beiden Stücke der wirbelähnlichen Platten gegen einander bewegt werden können, sind sie bei den Ophiuren fest verwachsen. Sie füllen hier die Arme fast ganz aus, haben aber doch dieselbe centrale Lage, wie bei den Asteroiden. Die horizontale Adduction und Abduction der Arme ist den Ophiuren eigenthümlich.

Bei den Crinoideen und Asteroiden ist die antiambulacrale Seite mächtig entwickelt. Sie beschränkt sich bei den Echinoiden auf das sogenannte Scheitelbild. Es lassen sich danach die Echinoiden morphologisch und mithin auch phylogenetisch von den Asteroiden ableiten. Die Holothurien aber schliessen sich nach der Homologie der Gestalt am nächsten an die Echinen an.

Bewegungsorgane. Ambulacralsystem. Das Muskelsystem ist sehr entwickelt. Die Muskeln liegen theils an und zwischen den einzelnen Abschnitten des Hautskelets, um die Ortsbewegung zu vermitteln, und können da, wo das Hautskelet zurücktritt, bei den Holothurien, einen äusserst festen aus Längs- und Querfasern bestehenden Hautmuskelschlauch bilden; theils dienen sie zur Bewegung der Kauorgane. Auch die Wandungen des Ambulacralsystems sind mit zahlreichen Muskelfasern versehen.

Die fast immer reihenweise oder rosettenförmig geordneten Ambulacralbläschen communiciren mit inneren Bläschen, den Ampullen. Letztere fehlen den Crinoideen, deren Tentakeln den Ambulacralbläschen homolog sind. Die Ampullen werden durch die Radialkanäle gespeist. Letztere entspringen aus einem Ringkanal, der unweit des Mundpoles, in der Nähe des Nervenringes und des Blutgefässringes sich befindet (Fig. 14). Die wichtigsten Anhänge dieses Ringkanales sind diejenigen, durch welche das Wasser in ihn gelangt; es sind ein, mehrere oder viele Kanäle, deren Enden entweder frei in der Leibeshöhle flottiren oder von den Körperwandungen ausgehen. Letzteres ist am deutlichsten,



Eig. 14. Blutgefässsystem der Asterien, schematisch (z. Th. n. Ludwig). *D* dorsaler, *O* oraler Gefässring; *H* Herzgeflecht; *g* Gefässe zu den Geschlechtsorganen; *d* Darmgefäss; *x* Hautgefäss; *r* Radialgefässe.

wo eine (selten mehrere) Madreporenplatte vorhanden, eine von grösseren Poren durchbohrte Platte, durch welche das Wasser von aussen unmittelbar in den zuführenden Kanal aufgenommen wird. Bei den Asterien wird die Madreporenplatte durch den labyrinthischen Steinkanal fortgesetzt. Der Steinkanal der Ophiuren öffnet sich durch ein Mundschild, das die Stelle der Madreporenplatte vertritt, nach aussen. Dasselbe ist durch eine unbedeutende Vertiefung oder Erhöhung oder gar nicht ausgezeichnet und mit einer Pore und einem Porenkanale versehen. Als Homologon des Steinkanals findet sich unter den Echinen bei *Cidaris* ein in seinen Wänden dicht mit Kalkplättchen ausgestatteter, bei *Echinus* ganz weicher Kanal, der von der Madreporenplatte zum Mund-Wassergefässring herabsteigt. Bei den Holothurien endigt der hier nur uneigentlich so zu nennende Steinkanal frei in der Bauchhöhle. Dieses Ende ist bei den Molpadien, Chirodoten und Synapten mit einer madreporenplattenartigen Krone versehen. Bei den Crinoideen, welche ebenfalls den Ringkanal und die radiären Wassergefässstämme besitzen, geschieht die Aufnahme des Wassers durch 5 in den Interradien befindliche und in die Leibeshöhle mündende Steinkanäle. Bei der Larve ist jedoch auch nur ein Steinkanal vorhanden, der das Wasser aus demjenigen Theile der Leibeshöhle nimmt, welcher durch einen Gang und Kelchporus nach aussen communicirt.

Als zweite Gattung von Anhängen des Ringkanales sind nämlich die beutel- oder schlauchförmigen sogenannten Polischen Blasen zu erwähnen.

Nervensystem und Sinneswerkzeuge. Der Centraltheil des Nervensystems stellt einen den Mund umgebenden Nervenring dar, der aber häufig, der Körperform entsprechend, in ein Fünfeck verzogen ist. Die von ihm entspringenden Hauptnerven gehen unter der Tentakelrinne (Asteriaden, Crinoideen) oder den an ihre Stelle tretenden Gebilden in die Ambulacralfelder, nach beiden Seiten hin die Organe mit Nervenzweigen versorgend.

Augen finden sich bei den Asterien und vielleicht den Echi-

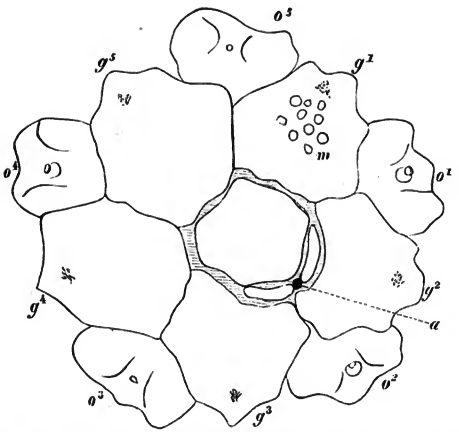


Fig. 15. Apicalplatten von *Toxopneustes lividus*, jung. *a* After; *g* Genitalplatten, noch nicht völlig perforirt, darunter *m* zugleich Madreporenplatte; *o* Ocularplatten.

nen, dort auf den Spitzen der Strahlen, hier gleichfalls an den Enden der Ambulacra um den Anapol herum stehend auf besonderen Ocellarplatten (Fig. 15). Jedes einfach erscheinende Auge eines Seesternes ist eigentlich ein Aggregat von vielen einzelnen Augen, deren jedes eine, in Pigmentzellen eingebettete Linse hat.

Zu einem specifischen Tastwerkzeug ist das äusserste unpaarige Ambulacralbläschen der Asterien umgewandelt.

Sinneswerkzeuge scheinen auch die bei den Echinoiden verbreiteten mikroskopischen „Sphaeriden" (Lovén) zu sein, eine Modification der Stachelanlage.

Ernährungssystem. Der immer geschlossene, nie mit der Leibeshöhle communicirende Darmkanal zeigt eine verschiedenartige Anordnung. Die Mundöffnung ist fast immer central, die Afteröffnung bald dem Munde entgegengesetzt (Echiniden, Asteroiden, Holothurien), bald am Rande der Schale oder in dessen Nähe an der Unterseite (Spatangen, Clypeastriden), bald ganz in der Nähe des Mundes (Crinoiden). Manchen Asteroiden fehlt die Afteröffnung. Mit Tentakeln, als Hülfsorganen, wie sie die Polypen und Quallen haben, sind namentlich die Holothurien versehen.

Bei den Asteroiden ist die Mundöffnung von zahnartigen, papillenförmigen Fortsätzen des Hautskelets umgeben. Einen sehr

complicirten Zahn- und Kauapparat haben die Echinoiden und Clypeastriden. Bei den Echinoiden findet sich dieser, die sogenannte Laterne des Aristoteles, als ein aus fünf dreiseitigen Pyramiden bestehendes Kalkgerüst, deren jede einen Schmelzzahn enthält. Die Spitzen der Zähne bilden die Spitze des aus jenen fünf Pyramiden zusammengesetzten Kegels und ragen aus der Mundöffnung hervor. Andere kleine Kalkstäbe befinden sich in der dem Rücken zugekehrten Basis des Gerüstes. Die zur Befestigung und Bewegung dieses Kauapparates bestimmten Muskeln, welche sich theils an der Spitze, theils an der Basis des Kegels inseriren und als Antagonisten wirken, sind sehr zahlreich.

Als das Analogon der fünf sogenannten *radialia* oder *falces* und der zehn *interradialia* an der Laterne ist der Knochenring am Schlunde der Holothurien anzusehen. Die übrigen Theile der Laterne sind den Echinen eigenthümlich.

Die Ausdehnung des durch eine Art zarten Gekröses an den Körperwänden befestigten Darmkanales ist sehr wechselnd. Am einfachsten verhalten sich die Asteroiden und Ophiuriden, bei denen man in der Hauptsache nur eine, bei den mit After versehenen Seesternen eingeschnürte Verdauungshöhle bemerkt. Aus der oberen Abtheilung führt ein kurzer Mastdarm zum After. Bei den übrigen Echinodermen findet sich hinter dem Oesophagus ein mehr oder weniger gewundener, in ziemlich gleicher Weise verlaufender Darm.

Kein Echinoderm scheint Speicheldrüsen zu besitzen. Auch sind die Darmwandungen arm an Drüsenzellen. Als eine gesonderte Leber sind wohl ohne Zweifel bei den Asterien die von dem Magensacke in die Arme sich erstreckenden Blindsäcke zu betrachten. Die traubenförmigen, eine gelbliche Flüssigkeit absondernden Follikel ergiessen ihr Secret in jedem Arme in zwei Kanäle, welche entweder einzeln oder vereint in den Magensack einmünden.

Die Angaben über das Blutgefässsystem sind bis in die neueste Zeit sehr widersprechend und schwankend gewesen. Folgendes scheint festgestellt zu sein. Die Crinoideen haben einen oralen Ringkanal und fünf davon ausgehende radiäre Gefässe. Als Centralorgan ist das sogenannte „dorsale Organ" aufzufassen. Die Asterien besitzen einen analen oder aboralen und einen oralen Gefässring (od. Gefässgeflecht). Von jenem entspringen die Gefässe für die Generationsorgane, von diesem die reich entwickelten Ambulacralblutgefässe. Die beiden Ringe com-

municiren durch das Herzgeflecht, welches nach Ludwig, gegen Greef und Hoffmann, nicht offen mit der Madreporenplatte zusammenhängt, also nicht direct Wasser aufnehmen kann. Auch den Ophiuren fehlt der aborale Ring nicht; derselbe ist jedoch complicirter, und Theile desselben liegen dicht über den Mundschildern. „Bei den Echiniden und den Spatangen fehlt sowohl der anale wie der orale Blutgefässring; bei beiden kommt nur an der Bauch- und Rückenseite des Darmes ein Blutgefäss vor. Bei den Echiniden münden sowohl Bauch- als Rückengefäss in den Wassergefässring ein und stellen also unmittelbar den Zusammenhang zwischen Blut- und Wassergefässsystem her. Bei den höher entwickelten Spatangen hingegen zweigt sich ein Ast von dem aus dem Blutgefäss entspringenden Magengefäss ab, und nur dieser mündet in den Wassergefässring aus." (Hoffmann). Die Holothurien stimmen in der Vertheilung der Darmgefässe mit den Echinen überein; eine Complication wird durch die sogenannte „Wasserlunge", die inneren Kiemen, herbeigeführt. Aus dem Vorausgegangenen erhellt schon, dass bei den Echinodermen sehr reichlich für die Athmung Gelegenheit gegeben ist. Abgesehen von der Möglichkeit der direkten Wasseraufnahme in die Blutgefässe so wie der durch dieselben Wege gehenden Excretion, ist das ganze Wassergefäss- und Ambulacralsystem Athmungsorgan.

Die Holothurien haben innere Kiemen, deren zu- und abführende Gefässe in den den Schlund umgebenden Blutgefässring münden. Der Stamm derselben entspringt aus der Cloake des Darmkanals, durch welche das Wasser aus- und eingepumpt wird, theilt sich aber bald in zwei, fast durch die ganze Leibeshöhle ragende Aeste. Diese sind mit vielen verzweigten Blindsäcken besetzt, und der eine von ihnen ist eng mit dem Darmkanale, der andere mit den Leibeswandungen verbunden.

Ausser diesen speciellen Vorrichtungen dient aber jedenfalls das frei in der Leibeshöhle aller Echinodermen enthaltene Wasser zur Athmung. Seine Aufnahme geschieht meist auf endosmotischem Wege, wie bei den Asterien durch eine Menge contractiler (geschlossener) Röhrchen auf dem Rücken. Auch die Interradialspalten der Ophiuren führen nicht direkt in die Leibeshöhle (s. u). Es bespült die Eingeweide und deren Blutgefässe unmittelbar und wird durch Flimmerepithelium in bestimmter Strömung erhalten.

Fortpflanzungsorgane. Die Echinodermen sind getrennten Geschlechts; ♂ und ♀ ausser der Brunstzeit kaum zu unter-

scheiden. Die Ovarien und Hoden sind einfache oder verästelte Schläuche, die häufig keine Ausführungsgänge besitzen und daher ihre Produkte durch Dehiscenz in die Leibeshöhle entleeren. Bei den Crinoiden liegen die Geschlechtsschläuche in den *pinnulae*. Die fünf Hoden oder Ovarien der Echinoiden befinden sich zwischen den Ambulacralbläschenreihen. Die einzelnen Blindsäckchen jedes Organs münden in einen besonderen Ausführungsgang, welche am Rücken die Genitalplatten, deren eine zugleich die Madreporenplatte ist, durchbohren. Bei den Ophiuren liegen die gelappten Geschlechtstheile, je zwei, also zehn im Ganzen, in den Interradialräumen um den Magen herum. Jeder Genitalschlauch mündet mit kurzem Ausführungsgange in eine der 10 taschenförmigen Vertiefungen der Hautbedeckungen, die man früher als Theile der Leibeshöhle auffasste, mit der sie jedoch nicht communiciren, und deren Eingänge die sogenannten Genitalspalten sind. Die varicösen Geschlechtsdrüsen der Asterien liegen in den Armwinkeln. Ihre Ausführungsgänge führen zu bestimmten Oeffnungen. Zum Beispiel bei *Asteracanthion rubens* und *Solaster papposus* finden sich auf dem Rücken in jedem Interradialraume zwei nackte, siebartig durchlöcherte Stellen *(laminae cribrosae)*, wo die Ausführungsgänge münden.

Der Eierstock oder Hode der Holothurien besteht aus einem Büschel verästelter Blindsäcke (Ovarium rothgelb, Hode weisslich), welche frei in der Leibeshöhle liegen und vorn in einem einzigen Ausführungsgange zusammenkommen, der zwischen den Tentakeln an der Rückseite mündet.

Die Entwicklung beginnt mit der Umbildung des Eies in eine einschichtige Blase, welche zur Gastrula wird. Die Einstülpungsöffnung wird zum After der Larve, oder derselbe bricht, nachdem jene sich geschlossen, ganz in der Nähe wieder durch *(Comatula)*. Indem die Gastrula einseitig auswächst, folgt der Urdarm dieser Biegung, worauf sein blindes Ende mit dem Ectoderm verschmilzt und der Mund durchbricht. Die Larve streckt sich so, dass Mund und früher oder später auch der After an eine Längsseite zu liegen kommen, die mehr oder weniger concave Bauchseite. Die Rückenseite ist convex. Eine durch Rücken und Bauch gelegte Ebene theilt jetzt die Larve in zwei äusserlich symmetrische Hälften (bilateraler Typus). Die innere Asymmetrie kann mit der Darmanlage gegeben sein *(Comatula)* und beginnt, mit wenigen Ausnahmen bei Ophiuren und Seeigeln, wenigstens

gleich mit den Darmausstülpungen.

Die Larve kann wurmförmig bleiben (*Comatula*. Einige Holothurien und Seesterne), oder durch symmetrische, lappen- oder stabförmige Auswüchse eine mit einer Staffelei oder Zeltgestell vergleichbare barocke Form annehmen (*Bipinnaria* der Seesterne, *Pluteus* der Ophiuren und Seeigel. *Auricula* der Holothurien). Bei *Comatula* wächst das hintere Leibesende zur Anlage eines Stieles aus; bei den übrigen Larven verlängert sich das Vorderende zu einem Kopflappen. Die anfangs vollständige Bewimperung der Oberfläche zieht sich auf wulstige Streifen oder Wimperschnüre zusammen, welche bei den Wurmformen als Reifen den Körper umgeben, bei den andern die Ränder der Bauchseite und die Anhänge continuirlich umsäumen.

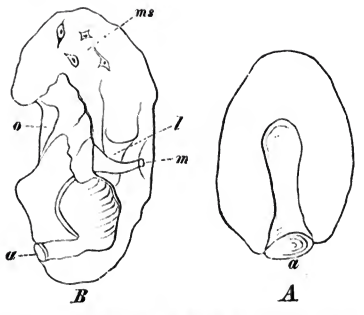


Fig. 16. *A* Gastrula, *B* weiter entwickelte Larve von *Asteracanthion glaciale*. *a* Urmund, später After; *o* Mund; *m* Anlage des Wassergefässsystems mit der Madreporenöffnung; *l* Anlage der Leibeshöhle; *ms* Mesodermzellen.

Die Störung der Symmetrie zeigt sich also an den nun auftretenden Ausstülpungen des Urdarmes, den Anlagen der Peritonealsäcke (Leibeshöhle) und des Wassergefässsystemes. Entweder sondern sich dieselben aus einer unpaaren unsymmetrischen Darmaussackung (Holothurien), oder es schnürt sich rechts und links eine solche ab, von denen die grössere linke sich in zwei Anlagen spaltet: die eine entspricht der ganzen rechten Aussackung und verwächst mit ihr rings um den Darm zum Peritonealsack, während die andere Anlage zum Wassergefässsystem wird (Asteroiden. Seeigel). Bei den Comatuln geht das letztere aus einer besonderen ventralen Darmaussackung hervor.

Die Metamorphose der Echinodermenlarven wird aber dadurch eingeleitet, dass die asymmetrischen Darmaussackungen auch asymmetrisch weiterwachsen und so eine Umwälzung in den Lagebeziehungen der Organe herbeiführen. Im Allgemeinen umwachsen die Peritonealsäcke (zwischen welchen und der Haut sich die Muskeln, Nerven u. a. ablagern), das Perisom und der Wassergefäss-

schlauch den Darm als Axentheil in gleichmässigen queren Zonen oder Ringen, der Wassergefässschlauch insbesondere den künftigen Schlund. Hiermit geht die bilaterale Anlage in eine strahlige Gliederung über. Im Besonderen verläuft aber die Metamorphose der einzelnen Echinodermenformen verschieden.

Die Comatulalarven befestigen sich sehr früh mit dem künftigen Stielende, während Mund und After sich schliessen. Der Schlund mit dem ihn umgebenden Wassergefässring zieht sich von der oralen Leibeswand zurück, so dass letztere das Dach eines geschlossenen präoralen Raumes bildet, in welchem die Wassergefässblindsäcke sich zu Tentakeln entwickeln, und in dessen Tiefe der Mund durchbricht. Nach Schwund dieses präoralen Gewölbes wachsen die Basen der Tentakelgruppen zu den Armen aus. Nachdem der Körper sich abgeflacht, löst er sich vom Stiel. (Fig. 17.)

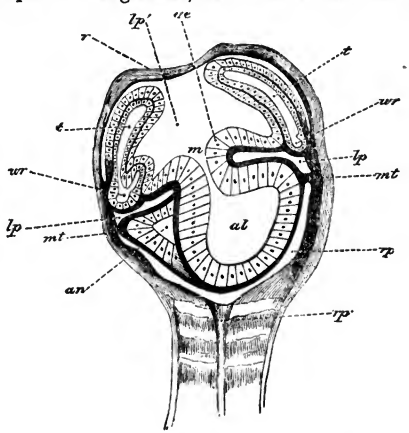


Fig. 17. Vorgeschrittene Larve von *Comatula* (n. Götte). *ae* Epithel des Mundvorhofs; *m* Mund; *al* Mitteldarm; *an* Anlage des Afters; *lp* hinterer, *lp'* vorderer Abschnitt des *l* Peritonealsackes; *mt* Mesenterium; *rp* rechter Peritonealsack; *rp'* dessen Fortsetzung i. d. Stiel; *wr* Wassergefässring; *t* Tentakel; *r* Dach des praeoralen Raumes.

Auch Mund und After der pelagisch lebenden Larven werden meist durch Neubildung ersetzt. Sie besitzen einen am Rücken mündenden Ausführungsgang des Wassergefässsystems, den Steinkanal. Alle Holothurienlarven, auch die Auricularien, nehmen eine

cylindrische oder tonnenförmige Gestalt an. Der Mund kann bestehn bleiben, wobei die Tentakel in seinem Umkreise gleich frei hervortreten; oder es wiederholt sich die innere Mund- und Tentakelbildung der Crinoiden. Den Radialkanälen der Crinoiden und Asterien sind nur die Tentakelkanäle der Holothurien homolog; die Radialkanäle der letzteren sind eigenthümliche Bildungen, dadurch hervorgerufen, dass der Körper sich in der Axenrichtung nicht abplattet.

Bei den Ophiuren wird der Larvenschlund durch den Wassergefässring auf die linke Seite gezogen, so dass das linke Larvenantimer zur Bauchseite des Sternes wird, wozu auch die aus den Tentakelbasen sich entwickelnden Arme nebst dem Scheibenrande gehören. Das rechte Larvenantimer bildet nun das Centrum des Rückens. Aehnlich die Bipinnarien mit Neubildung des Schlundes. Kopflappen und Anhänge der *Pluteus* und Bipinnarien werden in der Metamorphose resorbirt oder abgestossen.

Die Seeigellarven schliessen sich in der Mundbildung den Bipinnarien an; indem aber die Entwicklung von Armen im linken Larvenantimer unterbleibt, überwiegt die Ausbildung des rechten, so dass dieses Homologon des Rückencentrums der Sterne zur ganzen, das feste Skelet umfassenden Kugel der Seeigel wird. Daher sind auch die, den Ambulacralplatten anliegenden, Radialgefässe des Seeigels nicht den Radialkanälen der Seesterne homolog.

Die abweichenden, auf besonderen Anpassungen und Verkürzungen beruhenden Entwicklungen von *Echinaster Sarsii, Asteracanthion Muelleri* und *Ophiolepis squamata* bedürfen einer Revision, um mit den oben mitgetheilten einheitlichen Entwicklungsvorgängen fruchtbar verglichen werden zu können.

Die meisten Seesterne ersetzen Verstümmelungen der Arme: einige (*Asteracanthion rubens* und *tenuispinum)* besonders leicht, so dass an einem ausgegerissenen Arme die übrigen wie Knospen sich wieder erzeugen, ja sogar dieser Vorgang nach vorausgegangener freiwilliger Theilung ein periodischer und regelmässiger zu sein scheint; wie er dies bei der sechsarmigen *Ophiactis viridis* sicher ist.

IV. Vermes. Würmer.

O. Schmidt, Die rhabdocoelen Strudelwürmer des süssen Wassers. Jena, 1848.
M. Schulze, Beiträge z. Naturgesch. d. Turbellarien. 1851.
Jensen, Turbellarier ved Norges vestkyst. Bergen, 1878.
Hallez, Contributions à l'histoire nat. des Turbellariès. Lille, 1879.
Mac Intosh, The Nemerteans. London, 1872. 1874. Ray Soc.
van Beneden, *Mémoire sur les vers intestinaux.* 1861. (Trematoden.)
Sommer und Landois, *Bothriocephalus latus.* Z. f. wiss. Zool. XXII. 1872.
Sommer, *Taenia mediocanellata* und *solium.* Z. f. wiss. Zool. XXIV. 1874.
Moniez, Essai monographique sur les Cysticerques. Paris, 1880.
Leuckart, Die menschlichen Parasiten 1862—1876.
von Beneden et Hesse, Recherches sur les Bdelloides ou Hirudinées. 1863. Ac. Brux.
Schneider, Monographie der Nematoden. 1866.
Greef, Die Echiuren (Gephyrea armata). Halle, 1879. Nova Acta.
Allman, *A Monograph of the freshwater Polyzoa* (Bryozoen). London, 1856.
Nitsche, Beiträge zur Anatomie etc. der Süsswasserbryozoen. Arch. f. Anat. u. Ph. 1868.
Nitsche, Beiträge zur Kenntniss der Bryozoen. Z. f. wiss. Zool. 1870. 1871. 1875.
Leydig, Ueber den Bau etc. d. Räderthiere. Z. f. wiss. Zool. 1854,
Cohn, Ueber die Fortpflanzung der Räderthiere. Ebendas. 1856. 1858. 1862.
Quatrefages, Les Annélés. Paris.
Ehlers, Die Borstenwürmer. 1867. 1868.
Claparède, *Les Annèlides chètopodes du Golfe de Naples. Gènève et Bale* 1868.
Derselbe, Histologische Untersuchungen über den Regenwurm. Z. f. wiss. Zool. 19, 1869.

Systematische Uebersicht über die Würmer.

Bilaterale Thiere, mit deren Hautbedeckungen ein, die Hautbewegungen besorgender Muskelschlauch unmittelbar verbunden ist.

I. Platyhelminthes. Plattwürmer.

Körper meist platt. Eine freie Leibeshöhle ist nicht oder beschränkt vorhanden; der Raum zwischen Hautschlauch und den Eingeweiden ausgefüllt durch ein weiches Parenchym. Das Nervensystem ein Doppelganglion, seltener ein Nervenring in der Nackengegend und zwei Seitenstränge. Ein Gefässsystem mit äusseren Mündungen.

1. Unterklasse. *Turbellaria.* Strudelwürmer.

Nur einzelne leben als Schmarotzer. Körper mit Flimmern bedeckt.

1. **Ordnung.** *Dendrocoela.* Planarien. Verzweigter Verdauungsraum mit ausstülpbarem Schlunde. Ohne After. Zwitter.
   Planaria. Dendrocoelum. Polycelis. Im Süsswasser. *Geoplana,* Landplanarie.
2. **Ordnung.** *Rhabdocoela.* Stabdärmer. Verdauungsraum einfach. Ohne After. Zwitter.
   Vortex. Mesostomum.

Getrennten Geschlechts sind *Microstomum* und *Dinophilus.* Sie bilden eine Zwischengruppe zur 3. Ordnung.

3. **Ordnung.** *Nemertinea.* Schnurwürmer. Einfacher Darm mit After; über demselben in einer besonderen Höhlung ein vorstreckbarer Rüssel. Geschlechter getrennt.
   Tetrastemma. Borlasia. Meckelia. Malacobdella.

2. Unterklasse. *Trematodes.* Saugwürmer.

Schmarotzer mit Mund und meist gabeligem, afterlosem Darme. Zwitter.

A. *Digenea.* Entwicklung mit Generationswechsel. Die Ammen und Larven leben vorzugsweise in Mollusken, die Geschlechtsthiere in Wirbelthieren.

Distoma. D. echinatum (Sumpfschnecke. Ente). *D. hepaticum.* (Leber des Schafes und Menschen). *D. lanceolatum* (Schaf. Rind). *D. heterophyes* (Egypter). *D. macrostomum* (Vögel. Keimschläuche als *Leucochloridium paradoxum* in den Fühlern von Succinea). *D. haematobium* od. *Bilharzia.* Geschlechter getrennt. (Egypter.)
Monostoma. Amphistoma.

B. *Monogenea.* Entwicklung ohne Generationswechsel. Die meisten leben auf Fischen.

Aspidogaster im Herzbeutel der Flussmuschel.
Diplozoon. Polystoma in der Harnblase der Frösche.

3. Unterklasse. *Cestodes.* Bandwürmer.

Schmarotzer ohne Darmkanal. Die Entwicklung ist meist mit einem Generationswechsel verbunden, wobei die durch Knospung erzeugten Individuen als sogenannte Bandwurmglieder (Proglottis) ungewöhnlich lange mit der Amme, dem Bandwurmkopf und Hals (Scolex) im Zusammenhange bleiben (Strobila). Zwitter.

Eine Eintheilung dieser Gruppe in Ordnungen ist vor der Hand noch nicht thunlich.

I. Familie. *Bothriocephalidae.*

Kopf abgeplattet mit zwei länglichen Sauggruben. Gliederung weniger scharf.

Bothriocephalus. Grubenkopf. Geschlechtsöffnungen auf der Bauchfläche der Glieder. *Bothr. latus,* beim Menschen.

Eine Uebergangsform zwischen Trematoden und *Bothrioc.* ist *Amphilina.* Blattförmig. Saugnapf am Vorderende. Uterusöffnung daneben. Am Hinterende Vaginal- und männliche Geschlechtsöffnung. Samendrüse traubenförmig. Ohne Darmkanal. *A. foliacea* im Sterlet.

II. Familie. *Taeniadae.* Bandwürmer i. e. S.

Kopf mit 4 Saugnäpfen. Glieder deutlich von einander abgesetzt. Geschlechtsöffnungen auf der Kante. Die Jugendstände bilden bei den Warmblütern die sogenannten Blasenwürmer.

a) *Echinotaeniae.* Mit einem auf dem Scheitel zwischen den Saugnäpfen hervorragenden Rostellum und Hakenkranz. Die Haken auf einer elastischen Unterlage, durch einen Muskelbulbus beweglich.

Taenia solium, beim Menschen. Als *Cysticercus cellulosae* im Schweine.

Taenia serrata, beim Hunde. Als *Cysticercus pisiformis* beim Kaninchen.

Taenia crassicollis, bei der Katze. Als *Cysticercus fasciolaris* bei der Maus.

Taenia coenurus, beim Hunde. Als *Coenurus cerebralis* im Hirn der Schafe.

Taenia echinococcus, beim Hunde. Als *Echinococcus* in verschiedenen Organen des Menschen und der Wiederkäuer.

b) *Gymnotaeniae.* Ohne Rostellum und Haken.

Taenia mediocanellata, beim Menschen. Im Blasenwurmzustande beim Rinde.

Andere Cestodengattungen: *Archigetes. Ligula. Caryophyllaeus. Tetrabothrium. Tetrarhynchus.*

4. Unterklasse. *Hirudinacea. (Discophora).* Egel.

Segmentirte Würmer mit Schlundring und Bauchganglienkette, mit einem Saugnapf am Vorderende, in dessen Grunde die Mundöffnung, und einem Saugnapf am Hinterende. Zwitter. Zwischen die typischen Hirudineen und die typischen Saugwürmer schieben sich zahlreiche Uebergangsformen ein, sowohl nach Lebensweise als nach dem Bau.

I. Familie. *Clepsinea.* Rüsselegel.

Körper kurz, nach vorn verjüngt. Schlund ohne Kiefer, vorstülpbar.

Branchiobdella. Piscicola. Clepsine.

II. Familie. *Hirudinea.* Blutegel.

Körper nach vorn und hinten verschmälert. Schlund nicht oder wenig vorstülpbar, mit drei, häufig gezähnelten Wülsten.

II. Nemathelminthes. Rundwürmer.

Freilebende oder schmarotzende Würmer, kreisrund auf dem Querschnitt, von fadenförmiger Gestalt mit prallen Körperwandungen und meist deutlicher Leibeshöhle. Ein Nerven-Schlundring mit davon abgehenden Nervenstämmen, aber ohne Bauchkette. Geschlechter getrennt.

I. Familie. *Gordiacei.* Saitenwürmer.

Ohne oder mit nicht gesondert nach aussen mündendem After. Als Larven schmarotzend; geschlechtsreif frei.

Gordius. Wasserkalb. Der Darm mündet in den Ausführungsgang der Generationsorgane. In der letzten Lebensperiode obliterirt der Mund und wird auch der vordere Theil des Darmes atrophisch. Nur eine ventrale Medianlinie. Keine Seitenfelder.

Mermis. After fehlt. Schlund mit Rohr, das sich in den Mund, aber nicht in einen Darm öffnet. Sonst engerer Anschluss an die anderen Nematoden.

II. Familie. *Trichotrachelides.*

Körper gestreckt, schlank. Kleine papillenlose Mundöffnung. Hinterende abgerundet oder stumpf zugespitzt.

Trichocephalus. Peitschenwurm. *T. dispar*, im Blinddarm des Menschen.

Trichina. Trichine. *T. spiralis.* Geschlechtsreif im Darm des Menschen, des Schweines, des Fuchses, der Ratte. Die hier gebornen Larven wandern in die Muskelfasern, wo sie sich einkapseln, und unreif bleiben, bis sie in den Darmkanal eines der genannten Wirthe eingeführt werden.

III. Familie. *Strongylides.*

Hinterleib des Männchen mit einem schirm- oder napfförmigen Copulationsapparat (*bursa*).

Strongylus. Str. duodenalis (*Dochmius*) im Dünndarm des Menschen, besonders in den Tropen. *Eustrongylus*, Niere von Hund und Wolf. *Sclerostoma, Syngamus trachealis*, in der Luftröhre von Vögeln. *Pelodera. Leptodera.* (*Ascaris nigrovenosa* des Frosches.) (*Anguillula aceti. A. scandens.*)

IV. Familie. *Ascarides.* Spulwürmer.

Vorderende mit drei zapfenförmigen Hervorragungen, Lippen, zwischen welchen eine röhrenförmige oder prismatische Mundhöhle.

Ascaris. A. lumbricoides. Oxyuris. O. vermicularis.

V. Familie. *Filariadae.*

Meist lippenloser Mund, von 6 oder mehr Papillen umgeben.

Schwanzende des ♂ eingerollt, mit vorspringenden Seitenfirsten. Schmarotzen gewöhnlich in den serösen Höhlen und im Bindegewebe.

Filaria. F. loa. Lebt unter der Conjunktiva der Neger am Congo und Gabon. *F. sanguinis hominis.* Nur im ebryonalen Zustande bekannt. Massenhaft im Blute der Tropenbewohner.

Dracunculus. D. medinensis. Nur ♀ bekannt, 60—80 Ctm. Embryonen wandern in Cyclopiden ein.

III. Acanthocephala. Kratzer.

Darmlose Schmarotzer mit einem mit Haken besetzten, meist einziehbaren Rüssel und einem ganz eigenthümlichen, in den Hautbedeckungen enthaltenen, geschlossenen Gefässsystem, wozu die frei liegenden, „Lemniscen" gehören. Geschlechter getrennt.

Echinorhynchus. E. gigas. Im Schweine. Selten beim Menschen.

IV. Gephyrea. Sternwürmer.

Die unter diesem Namen zusammengefassten Würmer sind vereinzelte, aus ihrem ehemaligen Zusammenhange losgerissene und übrig gebliebene Formen, die Gattungen ebenso viele Repräsentanten von Ordnungen. Körper ungegliedert, mit derber, meist runzeliger oder höckeriger Haut. Sehr geräumige Leibeshöhle. After rückenständig.

Ohne Borsten: *Priapulus. Phascolosoma. Sipunculus.* Mit Borsten: *Echiurus. Thalassema. Bonellia.*

Die Larven der ♂ der Bon. finden sich am Rüssel der ♀. Dann gehen sie in den Schlund, von da in den Uterus. Das ausgewachsene Männchen von 1—2 Mmtr. Länge hat das Aussehen eines parasitischen planarienartigen Wurmes.

V. Bryozoa. Moosthiere.

Diese früher mit den Weichthieren vereinigten Thiere scheinen in den Gephyreen ihre nächsten Verwandten zu finden, wie aus der Vergleichung der Larven (*Kyphonautes*) einzelner Formen hervorgeht. Der hintere Theil der Körperwandungen chitinisirt oder verkalkt zu einer Kapsel, in welcher der Vordertheil mit Tentakelkrone eingezogen werden kann. Darmkanal schleifenförmig. Analöffnung rückenständig, unweit des Mundes. Stockbildend. Richtiger ist vielleicht die Ansicht, dass in den Bryozoenstöcken 2 Generationen von Individuen vereinigt seien, die Kapseln oder Cystiden oder Zooecien und die durch Knospung an denselben entstehenden Polypida.

A. *Ectoprocta.* Analöffnung ausserhalb des Tentakelkreises oder des Kragens.

1. **Ordnung.** *Gymnolaemata.* Nacktmündige. Der Mund ist unbedeckt. Die Kiemenkrone, auf einem runden, scheibenförmigen Kiementräger, ist ein geschlossener Kreis, welcher nicht von einem Stülpkragen umgeben ist (ausser *Paludicella*). Die meisten sind Meeresbewohner und fossil.

Crisia. Flustra. Eschara. Retepora. Cellularia.

2. **Ordnung.** *Phylactolaemata.* Bedecktmündige. Der Mund

ist mit einem zungen- oder kegelförmigen Deckel versehen. Der Kiementräger hufeisenförmig. Basis der Arme von einer trichterförmigen Haut umspannt. (Fig. 18.) Die meisten Bryozoen des süssen Wassers gehören hierher, nämlich

a) die festsitzenden Colonieen der *Plumatellidae*, mit *Plumatella* und *Alcyonella*; und

b) die scheibenförmigen kriechenden *Cristatellidae*. *Cristatella*.

B. *Endoprocta*. Analöffnung innerhalb des Tentakelkranzes. *Pedicellina*. *Loxosoma*.

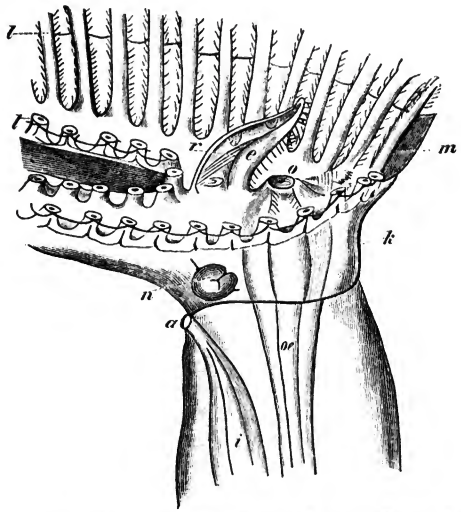
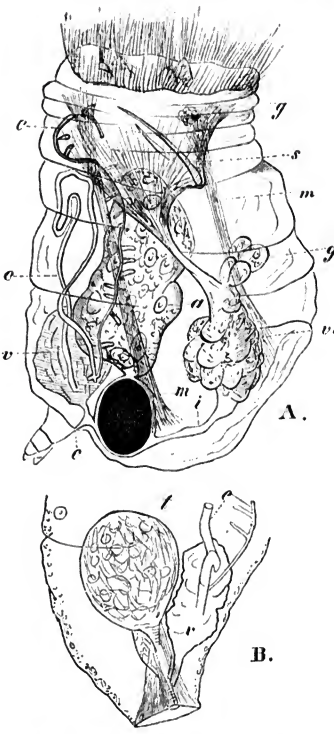


Fig. 18. Vorderende von *Lophopus*, halb schematisch, die Kiemtentakel grösstentheils abgeschnitten (n. Allman). *k* Tentakelträger, Lophophor; *l* Tentakel; *m* Kelch oder Kragen; *o* Mund; *c* Munddeckel; *r* Muskel desselben; *oe* Schlund; *i* Darm; *a* After; *n* Ganglien.

VI. Rotatoria. Räderthiere.

Ihr Körper ist mehr oder weniger deutlich gegliedert; das Kopfende trägt einen Wimperapparat. Das Nervensystem besteht wenigstens in einem Hirnganglion mit davon ausstrahlenden Fäden. Verdauungsorgane und eigenthümliches Respirationssystem entwickelt. Ohne Herz und Blutgefässe. Geschlechter getrennt. Darmkanal der Männchen atrophirt. Der Körper der meisten Gattungen endigt mit einem stielartigen Abschnitt, welcher mit einem verschmolzenen Fusspaare (eines Arthropoden) verglichen werden kann und an seinem Ende eine bewegliche Zange trägt. (Fig. 19.)



I. Familie. *Tubicolaria (Carus).*

Fuss lang, dicht quergeringelt. Sitzen meist mit dem Fuss fest und stecken in Hülsen.

Floscularia. Melicerta. Conochilus.

II. Familie. *Philodinaea (Ehbg.).*

Die längeren Glieder des Fussabschnittes schieben sich fernrohrartig in einander.

Rotifer. Philodina.

III. Familie. *Hydatinea (Carus).*

Fuss kurz, ohne Ringel oder Gliederung. Haut weich.

Hydatina. Notommata.

IV. Familie. *Brachionea (Carus).*

Die Haut erstarrt zu einem Panzer, aus dessen hinterem Ausschnitt der Fuss hervortritt.

Euchlanis. Brachionus. Pterodina.

Fig. 19. *A* Räderthier ♀, *Notommata myrmeleo* (frei n. Simroth), *g* Ganglion; *s* Schlund mit der Beisszange; *gl* Speicheldrüsen; *vt* Magen; *i* Darm; *c* Cloakenöffnung; *v* contractile Blase; *e* Secretionsröhren der linken Seite; *vo* Eierstock (ein reifes Ei in der Cloake); *m* die grossen Leibesmuskeln. *B* Hinterende des Männchens vom *Notommata nigrum* (n. Leydig). *t* Hode; *e* Excretionsröhren; *v* contractile Blase.

VII. Chaetopoda. Borstenwürmer.

Körper gegliedert. Bewegungsorgane einzeln oder in Bündeln stehende Chitin-Borsten. Schlundring mit Bauchganglienkette.

1. **Ordnung.** *Oligochaeta* s. *Lumbricina.* Regenwurmartige Borstenwürmer. Fühlerlose Gliederwürmer mit seitlichen Borstenbündeln (1 bis 8 Borsten im Bündel), neben welchen nie Cirren, Hautblättchen oder Kiemen stehen. Zwitter.

Aeolosoma. Nais. Chaetogaster. Tubifex. Phreoryctes. Lumbricus.

Uebergangsformen zur 2. Ordnung bilden die Seekahlwürmer (Haeckel). *Capitella. Polyophthalmus* u. s. w.

2. **Ordnung.** *Polychaeta.* Neben den Borsten, welche in Bündeln und Kämmen zu mindestens je 8 Stück bei einander stehen, befinden sich verschiedene Hautanhänge in Gestalt von Lippen, Blättchen, Fäden u. s. w. Geschlechter getrennt. Seethiere.

I. Familiengruppe. *Capitibranchiata.* Kopfkiemer.

Kiemen und Fühleranhänge sind an den Kopfsegmenten angehäuft. Ohne ausstülpbaren Rüssel und Zähne. Leben in selbstgefertigten Röhren, welche nur ausnahmsweise einzelne verlassen.

Amphicora. Filograna. Serpula. Sabella. Pectinaria. Terebella.

II. Familiengruppe. *Dorsibranchiata.* Rückenkiemer.

Kiemen an den mittleren Segmenten. Die Seitenhöcker mit den Borsten sehr entwickelt. Kopfsegment meist mit Augen und Fühlern. Meist ein vorstreckbarer Rüssel mit Zähnen. Leben nur ausnahmsweise in Röhren, sondern schweifen meist frei umher, manche sogar im offenen Meere schwimmend (*Alciope*).

Arenicola. Cirratulus. Chaetopterus. Syllis. Autolytus. Phyllodoce. Nereis. Eunice. Polynoe. Aphrodite.

Die borstenlose Gattung *Polygordius* stimmt im Bau wesentlich mit den Borstenwürmern überein. Ihr Bauchmark ist aber nur ein Doppelstrang ohne Ganglien und Quercommissuren.

VIII. Brachiopoda. Armfüsser.

Davidson, Klassification der Brachiopoden, übersetzt von Marschall und Suess. Wien, 1856.

Hancock, *On the Organisation of the Brachiopoda. Transactions of the R. society.* London, 1858.

Morse, *Embryology of Terebratulina (Mem. of the Boston Society of Nat. H.)* II.

Morse, *On the systematik position of the Brach. Proceedings of the Boston Soc. of Nat. H.* XV. 1878.

Eine mantelähnliche Hautfalte sondert eine zweiklappige muschelähnliche Schale ab. Rücken- und Bauchklappe. Von jener ausgehend ein schleifenförmiges Gerüst, von welchem die Arme gestützt werden. Die Schale von Porengängen durchbohrt. Die Schale ist mit dem Thier nur durch Muskeln verbunden, welche die Klappen öffnen und schliessen. Zwischen zwei spiralig gewundenen, wimpernden und als Kiemen dienenden hohlen Armen die Mundöffnung. Die Analöffnung fehlt bei

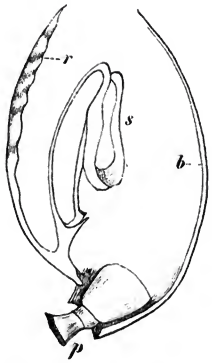


Fig. 20. Schalendurchschnitt von *Waldheimia* (n. Hancock). *b* Bauchklappe; *r* Rückenklappe; *s* Schleife; *p* schniger Stiel.

mehreren (z. B. *Thecidium*). Der Darmkanal ist von einer Peritonealhöhle umgeben. Das Nervensystem besteht aus einer Ganglienmasse am Oesophagus, zwei seitlichen, den Bauchsträngen der Würmer vergleichbaren Nerven und verschiedenen Mantel- und Muskelnerven. (Fig. 20.)

Ein Herz liegt in der Nähe des Magens; das in mehreren Arterien von dort aus sich verbreitende Blut sammelt sich in ausgedehnten Sinussen des Mantels, welche mit der den Darm umgebenden Höhle und anderen zwischen die Muskel sich erstreckenden Bluträumen zusammen zu hängen scheinen.

Die Geschlechtsprodukte entwickeln sich meist in den Mantelblättern. Geschlechter getrennt. Ein oder zwei Paar Eileiter mit trompetenförmiger innerer Oeffnung scheinen den Segmentalorganen der Würmer homolog zu sein; desgleichen die Samenausführungsgänge.

Die Entwicklung bietet die meisten Anknüpfungspunkte mit derjenigen der Anneliden.

Alle lebenden Arten sitzen fest, entweder vermittelst eines sehnigen Stieles oder indem eine Schale anwächst.

1. **Ordnung.** *Ecardines.* Angellose. *Lingula.* Schalen hornig, gleichklappig. Längerer Stiel. *Crania.*
2. **Ordnung.** *Testicardines.* Angelschalige. Schalen angelartig in einander gelenkt.

   Calceola. Productus. Spirifer. Terebratula. Waldheimia. Thecidium.

Die Armfüsser wurden und werden noch von einzelnen Zoologen für Verwandte der Weichthiere angesehen. Ihre Anatomie, namentlich aber die Entwicklung macht es wahrscheinlicher, dass sie ein schon in den ältesten Zeiten abgelöster und sehr conservativer Ast von wurmartigen, unbekannten Thieren sind.

Mit diesen Abtheilungen sind die Formen, in welchen der Wurmtypus sich ergeht und wiederholt kaum erkennbar abschweift, keineswegs erschöpft. Es bleiben noch einzelne Gattungen und kleinere Gruppen übrig, an deren Bewältigung der Anfänger sich zu machen hat, nachdem er die obigen Klassen sammt ihrer Anatomie und Entwicklung sich angeeignet. Solche sind:

Sagitta, sich nähernd den Nematoden (Hertwig, O., Die Chaetognathen, Jena, 1880). (Fig. 21.)

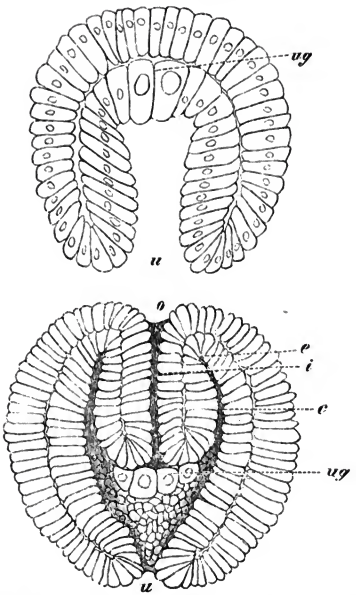


Fig. 21. Entwicklungsstadien von *Sagitta*. *n* Urmund; *ug* Urgenitalzellen; *o* secundärer, definitiver Mund; *i* Darm; *e* Entoderm; *c* Anlage der Leibeshöhle.

Echinoderen, sich nähernd den Nematoden,
Ichthydinen, sich nähernd den Turbellarien und Räderthieren.
Balanoglossus (Enteropneusti), sich nähernd den Gliederwürmern. Larve *Tornaria*.
Phoronis, ihre Larve *Actinotrocha*, mit postoralem Wimperkranz, vielleicht zu den Gephyreen gehörig,
Myzostomum, sich nähernd den Chaetopoden,
Tomopteris, sich nähernd den Chaetopoden,
Neonemia, ?

Hautbedeckung und Bewegungsorgane. Bei sehr vielen Würmern, auch solchen, welche später eine dicke Cuticula besitzen, tragen die Embryonen und Larven einen völligen oder nur auf gewisse Körperstellen beschränkten Wimperbesatz. Dieser

bleibt gewöhnlich an den Kiemen der Chaetopoden zeitlebens, und bei den Turbellarien flimmert die ganze Oberfläche. Wo die Oberfläche nicht mit Wimpern bedeckt ist, wird von der Epidermiszellenschicht (der Hypodermis) eine verschieden dicke Cuticula mit Porenkanälen und mancherlei schuppen-, borsten- und stachelförmigen Gebilden abgesondert, welche alle mehr oder weniger chitinisiren. Oft ist auch eine eigentliche zellige Hypodermis nicht vorhanden, sondern blos eine protoplasmatische kernhaltige Matrix; so bei den Moos- und den Räderthieren, deren Gehäuse und Panzer auf diese Cuticularausscheidungen zurückzuführen sind, bei jenen mit Kalkeinlagerungen. Ecto-Endocyste.

In der Hautbedeckung der Strudelwürmer sind die sogenannten stabförmigen Körperchen sehr verbreitet, welche in Zellen entstehen und später, mit dem einen Ende die Oberfläche erreichend, senkrecht zur Körperaxe gestellt sind. Sie scheinen nicht von einer und derselben Beschaffenheit zu sein, sondern bald als Tast-, bald als Nessel- und Giftorgane zu functioniren. Ihrer morphologischen Bedeutung nach scheinen sie niedere Entwicklungszustände von Nesselorganen zu sein. Ihr Vorkommen auch bei den Infusorien bei gleichfalls flimmernder Körperoberfläche deutet vielleicht auf die Verwandtschaft der Gruppen.

Als besonders wichtig für die Characterisirung des Würmer-Stammes gilt die enge Verbindung der Hautbedeckungen mit einem Muskelschlauche, dessen Anordnung und nähere Zusammensetzung sogar (von Schneider) zum Ausgangspunkt für die Klasseneintheilung gemacht wurde. Nimmt man die Bryozoen und Räderthiere aus, so stehen auf der einen Seite die Platyhelminthen, deren „Muskel räumlich nicht von der Haut getrennt" sind, auf der andern die Nematoden, Chaetopoden u. a., wo die Muskelschicht scharf von der Hautschicht abgegränzt ist.

Eine eigenthümliche Bildung in der dritten Haut- oder Rindenschicht der Cestoden sind die Kalkkörperchen, verkalkte Zellen der bindegewebigen Grundsubstanz, aus organischem Stroma und kohlensaurem Kalke bestehend.

Innerhalb der Bryozoen scheinen bezüglich der Muskulatur bedeutende Abstufungen obzuwalten. Bei den höheren (Süsswasser-) Gattungen wird ein förmlicher Muskelschlauch mit Längs- und Querfasern unterschieden, wozu die die Leibeshöhle durchsetzenden, zur Einstülpung der vorderen Körpertheile dienenden Muskelbänder kommen.

Die Räderthiere haben keinen Hautmuskelschlauch, sondern freie, die Leibeshöhle durchsetzende Muskeln, welche oft sehr deutlich quergestreift sind und überhaupt mehr denen der Arthropoden gleichen.

Nervensystem und Sinnesorgane. Das Nervensystem der Turbellarien besteht meist aus einem Doppelganglion, von dem die Augennerven und Stämme, nach dem Hinterende vollständig getrennt verlaufend, entspringen. (Fig. 22.) Die beiden Ganglienmassen sind bei den Nemertinen durch zwei, die Rüsselscheide umfassende Commissuren verbunden. Durch die Kopfspalten und die sogenannten Seitenorgane ist der Zutritt des Seewassers zu ihnen ermöglicht. Aehnlich und mehr complicirt ist das Nervensystem bei Planocera Graffii, wo aus den Gehirnganglien Paare von Faserzügen austreten. Durch Queranastomosen bildet sich gegen die Peripherie ein höchst entwickeltes Nervennetz. Bei Planaria Limuli und den Landplanarien entsteht aus den beiden Hauptnerven und ihren Querverbindungen eine Strickleiter. Bei den Saugwürmern wiederholen sich die complicirtesten Anastomosen bei *Tristomum molae*. Einfacher die Distomen. Die centralen Theile der Cestoden scheinen die die Kette durchziehenden und im Kopfe durch ein Querband verbundenen „spongiösen Stränge" zu sein. Auch bei den Moosthieren ist ein Schlundring mit gangliöser Anschwellung vorhanden oder blos das Ganglion, und zwar zwischen Oesophagus und Analregion. Ob das sogenannte „communale Bewegungsorgan" von Zoobotryon bei höheren Gattungen als „Colonial-Nervensystem" auftritt, bedarf wohl erneuter Untersuchungen, wahrscheinlich ist es ein Reproductionsorgan. Die Räderthiere besitzen nur ein auf dem Schlunde liegendes Ganglion. Complicirtere Verhältnisse treten bei den Rundwürmern auf, wo von einem unfern der Kopfspitze liegenden Schlundringe verschiedene Nervenstämme abgehen. (Fig. 23.) Diese

Fig. 22. Vorderende einer Nemertine - *Drepanophorus rubrostriatus* (n. Hubrecht). *n* Ganglien; *o* Augen; *s* Seitenorgane; *b* die grossen Nervenstämme; *g* Blutgefässe; *m* Mund; *p* Rüsselscheide.

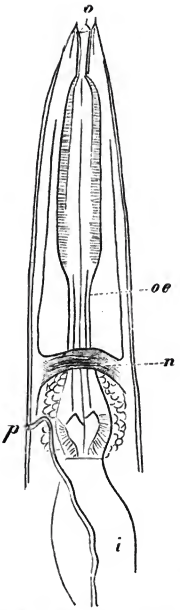


Fig. 23. Vordertheil von *Rhabditis dolichura* (n. Bütschli). *o* Mund; *oe* Oesophagus; *i* Darm; *n* Nervenring; *p* Porus excretorius.

sind am deutlichsten in die Seitenfelder (s. u.) hinein zu verfolgen und treten bei den frei lebenden Formen sogar durch röhrenförmige Hautfortsätze frei an die Oberfläche. Das Nervensystem der Kratzer ist ein Ganglion auf dem unteren Ende der Rüsselscheide nebst mehreren Nervensträngen.

Die Gephyreen haben einen sehr einfachen Schlundring mit kaum angedeuteter oberer Anschwellung, von dem ein einfacher Bauchstrang abgeht.

Der höheren Gliederung der Annulaten ist ihr höher entwickeltes Nervensystem conform, welches in der Anordnung der Haupttheile demjenigen der eigentlichen Gliederthiere entspricht. Es besteht aus dem Schlundringe und einer Reihe, durch Längs- und Quercommissuren verbundener Doppelganglien, der Bauchganglienkette, welche in den getrennten einfachen Nervensträngen der Trematoden und Turbellarien vorgebildet ist. Man kann verschiedener Meinung darüber sein, ob man alle Theile des Schlundringes, nämlich das *ganglion supraoesophageum*, die Commissuren und das *ganglion infraoesophageum* zusammen für das Aequivalent des Gehirns der Wirbelthiere zu nehmen habe, oder das untere Schlundganglienpaar schon zur Bauchkette rechnen solle. (Fig. 24.) Die isolirte Betrachtung der Würmer nöthigt wohl nicht gerade zu der ersten Auffassung, welcher dagegen die noch weit höhere Entwicklung des Schlundringes der Insecten so günstig ist, dass Leydig einen sehr detaillirten Vergleich durchgeführt hat. Von wirklichen Homologien im Einzelnen kann hier jedoch kaum die Rede sein. Die stärksten oberen Schlundganglien mit seitlichen lappigen Ausbreitungen und mannigfach ausgeschnittenen Conturen zeigen die freilebenden raubgierigen Polychaeten.

Sehr allgemein hängen mit den oberen Gehirnganglien unpaare oder paarige Knötchen zusammen, von welchen mehr oder minder

ausgedehnte Nervengeflechte sich auf den Schlund erstrecken. Man hat sie gewöhnlich mit den sympathischen Nerven verglichen; doch verdienen sie vielleicht wegen ihrer beschränkten Ausbreitung auf die vorderste Partie des Darmkanals diesen Namen nicht, und wäre derselbe nur da anzuwenden, wo, wie bei Hirudineen, das Bauchmark von einem langen unpaarigen Nerven begleitet wird, dessen Abzweigungen den Darmkanal in seiner ganzen Ausdehnung versorgen.

Ein eigenthümliches Schlundnervensystem besitzen die Lumbricinen. Hier finden sich (bei *Enchytraeus)* drei Paar, im 4., 6. und 7. Ring auf dem Darme aufliegende Ganglien, unter sich und mit dem Schlundring durch Commissuren verbunden.

Die Gehörbläschen mancher Würmer *(Arenicola* u. a.) sind denen der Mollusken gleich. Diejenigen mancher Turbellarien haben aber einen unbeweglichen Otolithen.

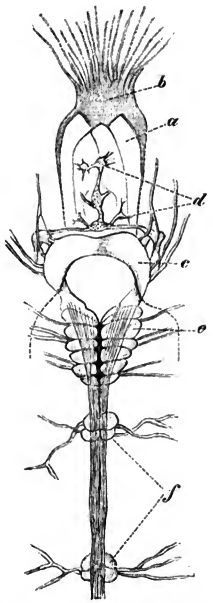


Fig. 24. Vorderer Theil des Centralnervensystems des Blutegels (n. Leydig). Die punktirten Linien bezeichnen die Lage des Schlundes. *a* Kieferwülste; *b* deren Muskeln; *c* oberes Schlundganglion; *d* Buccal- und Kopfganglien; *e* untere Schlundganglienmasse; *f* Bauchganglien.

Sehwerkzeuge finden wir bei fast allen frei lebenden und umherschweifenden Würmern, am höchsten ausgebildet bei den Hirudineen und den Raub-Borstenwürmern. Schon viele Turbellarien sind mit lichtbrechenden Medien versehen, einer in Pigment eingebetteten Linse. Die Augen der Egel erscheinen als gestreckte Becher, von einer Pigmentschicht umhüllt und ausgekleidet von zellenartigen „Glaskörperkugeln". Der Axenraum enthält ein Bündel Nervenfäden mit birnförmigen, stäbchenähnlichen Enden. Im Moment, wo der Blutegel mit gestreckten Kopfe sehen will, legen sich die oberen Glaskörperkugeln zu einer gewölbten Cornea zusammen. Die Möglichkeit, dass diese Augen gelegentlich auch als Geschmacksorgane fungiren, ist von Ranke erwogen

(„Uebergangs-Sinnesorgane"). Bei den Borstenwürmern tritt dann eine grössere Complication ein. Die Cuticula des Integumentes bildet keine linsenartige Verdickung. Aber die Hypodermis liefert eine Zellenlage als Linse und eine andere als Glaskörper. Die becherförmige Retina besteht aus einer inneren Faser- und einer äusseren, d. h. dem Integumente zugewandten Palisaden- oder Stäbchenschicht. Letztere sind prismatische Schläuche, deren basaler Theil je in eine Faser übergeht. Sie enthalten wenigstens 2 Kerne. Eine Gränzlamelle trennt den dioptrischen von dem nervösen Theile des Auges. (Graber, Auge d. Borstenwürmer. Arch. f. m. An. 1880.)

Sehr eigenthümliche eigenartige Sinnesorgane sind angehäuft auf dem Kopfrande mancher Hirudineen. Sie sind von becherförmiger Gestalt und die von den Augennerven sich abzweigenden Nerven endigen im Becher mit einem Büschel geknöpfter Fasern. Schmeckbecher? Ob die sogenannten Kopfspalten der Nemertinen hierher gehören, ist fraglich. (S. oben S. 81).

Ernährungssystem. a) Nahrungsaufnahme und Verdauungskanal. Die Cestoden und Acanthocephalen haben keinen zur Aufnahme von Nahrungsmitteln geeigneten Darmschlauch, sondern ihre ganze Körperoberfläche saugt die von ihren Wirthen schon vorbereiteten bildungsfähigen Nahrungsflüssigkeiten auf. Der Verdauungskanal der übrigen Würmer ist so grossen Verschiedenheiten unterworfen, wie wir sie kaum in ähnlicher Weise in anderen Abtheilungen des Thierreichs wieder finden. Die Veränderungen beziehen sich nicht nur auf die einzelnen Klassen des Wurmtypus, sie erstrecken sich als ganz wesentlich bis in die Familien hinein. Der Mund ist bald mit Kauwerkzeugen versehen, bald nicht; ein After ist meist vorhanden, fehlt aber auch oft. Den Ausgangspunkt bilden solche Vorrichtungen für die Verdauung, wie sie bei den Infusorien angetroffen werden. Und wenn dann ein eigentlicher Verdauungskanal vorhanden ist, so macht er nach Form und Eintheilung in Abschnitte die verschiedensten Modificationen durch. Bei vielen, vielleicht allen Turbellarien nehmen die Darmzellen activ an der Verdauung Theil, indem sie die Nahrung direct in sich einschliessen, wobei das Darmlumen mehr oder weniger verschwindet. Bei Convoluta wird die Stelle des Darmes überhaupt nur von einer Masse verdauender Zellen eingenommen. Es findet sich gewöhnlich ein, seiner Lage nach ungemein variiren-

der muskulöser Schlundkopf, welcher bei den Dendrocölen als lange Röhre oder sogar als ein lappig verzweigtes Organ aus seiner Höhlung hervorgestreckt werden kann. Eine Afteröffnung hat nur die kleine Gruppe der Mikrostomeen. Wenn wir aber früher die eigenthümliche Gattung *Dinophilus* den eigentlichen Turbellarien beizählten, so müssen wir jetzt die Ansicht würdigen, in ihr einen isolirten, durch die Wimperreifen an Larvenformen erinnernden Würmerzweig zu erblicken. Der complicirte Darmkanal dieser Gattung ist daher etwas Specifisches und nicht als eine Ausnahme von den Verhältnissen der Turbellarien anzusehen. Die Prostomeen (Rhabdocölen) besitzen einen von dem eigentlichen Schlundkopf völlig getrennten, in einer besonderen Höhlung liegenden kurzen Fangrüssel, wodurch man auf die Nermertinen geführt wird. Der Darmkanal derselben verläuft, dem Körperparenchym innig verbunden, in gerader Richtung. Die Mundöffnung ist gewöhnlich etwas hinter dem Vorderende, die Afteröffnung am Hinterende. Ueber oder neben dem Darmkanal liegt in einer eigenen Höhle ein langer Rüssel, dessen vorderer Theil wie ein Handschuhfinger ein- und hervorgestülpt werden kann, bis ein kalkiges, zum Verwunden der Beute dienendes Stilet zum Vorschein kommt. Der auf das Stilet folgende darmähnliche Theil des Rüssels flottirt entweder mit dem hinteren Ende frei in der geräumigen Rüsselhöhle oder ist an der Wand desselben befestigt. Bei anderen fehlt das Stylet.

Die Trematoden schliessen sich in vieler Hinsicht an die Turbellarien an. Auch bei ihnen ist keine Afteröffnung vorhanden. Bei den meisten liegt die Mundöffnung im Grunde eines Saugnapfes; sie führt gewöhnlich in eine kurze, zum Theil von einem muskulösen Schlundkopf umgebene Schlundröhre, von welcher gabelförmig zwei blinde Därme ausgehen, die sich zuweilen (bei mehreren Arten von *Monostomum,* bei *Tristomum coccineum*) hinten wieder vereinigen. Noch einfacher verhalten sich einige Trematoden *(Aspidogaster)* mit einem einzigen Blinddarm, während andere *(Polystomum integerrimum)* durch die von den beiden Hauptstämmen des Darmkanals ausgehenden verzweigten Blindsäcke sich den Dendrocölen nähern. Am weitesten ist diese Verzweigung bei *Distomum hepaticum* gegangen. In allen diesen Fällen scheinen jedoch die Verzweigungen des Darmkanals wirklich hohl zu sein.

Die Mundöffnung der Hirudineen befindet sich, wie bei den Trematoden, im Grunde eines Saugnapfes. Die meisten Arten sind mit hornigen Kiefern ausgestattet, die bei *Hirudo* und *Haemo-*

pis, drei an der Zahl, auf eben so vielen muskulösen Kieferwülsten befestigt sind, die Gestalt einer bogigen Schrotsäge haben und die bekannte dreistrahlige Wunde zurücklassen. Der Darmkanal ist nur selten *(Nephelis)* einfach schlauchartig, gewöhnlich zeigt er mehrere paarige Ausbuchtungen, kürzere oder längere, einfache oder verästelte Blindsäcke, jedoch, mit Ausnahme von *Clepsine*, nur bis zu einer gewissen Stelle, wo sich durch eine Art von Klappe die vordere, eigentlich verdauende Darmabtheilung von dem ausführenden Mastdarm scheidet. Dieser öffnet sich oberhalb des hinteren Saugnapfes.

Bei den Nematoden verläuft der Verdauungskanal von der terminalen Mundöffnung in gerader Richtung nach der in der Nähe der Schwanzspitze sich befindenden Afteröffnung. Zahnartige, hornige Gebilde sind nicht häufig, sehr gewöhnlich aber liegt hinter der Mundöffnung ein aus drei longitudinalen Muskelstreifen zusammengesetzter starker Schlund, mit einer kolbigen Anschwellung, dem Schlundkopfe. Die hinter dem Schlunde liegende Abtheilung des Darmkanales ist von ziemlich gleichem Kaliber, mit sehr starken Wänden versehen und endigt mit einem kurzen, durch einen Sphinkter geschlossenen Mastdarm. Der Darmkanal wird durch die ihn dicht umwickelnden Samengefässe, Eierstöcke und Eihalter, sowie durch seitliche Mesenterien in seiner Lage erhalten. Die abweichenden Verhältnisse von *Gordius* und *Mermis* sind oben (syst. Uebersicht) erwähnt.

Bei einigen Gephyreen *(Bonellia)* befinden sich die Mündungen des gewundenen Darmkanals am Vorder- und Hinterende; bei anderen *(Sipunculus* und Verwandten) steigt der Enddarm nach aufwärts, um weit vorn am Rücken zu münden. Aehnlich ist die Lage bei den Moosthieren, deren aus Munddarm, Magen und Afterdarm bestehender Nahrungskanal eine in die Leibeshöhle hineinhängende Schlinge bildet. Bei den Räderthieren, abgesehen von den bis jetzt beobachteten Männchen, welche keine Spur eines Nahrungskanals oder einen verkümmerten Darm haben, und von wenigen Formen, denen Darm und After fehlen *(Notommata anglica, Notommata myrmeleo, Not. Sieboldii),* ist der Bau der Verdauungsorgane sehr gleichbleibend. Die von einem oder mehreren Wimperkreisen oder Wimperbüscheln umgebene, oft eingekerbte Mundöffnung führt in eine oft sehr geräumige Mundhöhle, an deren Ende ein sehr muskulöser Schlundkopf mit zwei ein- oder mehrzahnigen, nach Gattung und Species charakteristischen Kiefern

sich befindet. Der gewöhnlich kürzere Schlund geht in einen in der Regel schlauchförmigen Magen über oder wohl auch direkt in den Darm, welcher gemeinschaftlich mit der contractilen Blase in eine Kloake am Rücken ausmündet, kurz vor dem Fusse.

Der Verdauungsapparat der Borstenwürmer variirt nach Lebensweise und Nahrung. Es fehlen kieferartige Gebilde bei den mehr von Vegetabilien lebenden, während die räuberischen Rückenkiemer an der Wand des vorstülpbaren Schlundes Chitinspitzen und kieferähnliche Organe haben. Die Regenwürmer und Naiden sind mit lippenartigen, durch die Verlängerung des oder der ersten Körpersegmente entstandenen Wülsten versehen; auch kommt bei den Naiden *(Nais proboscidea)* ein merkwürdiges, zungenförmiges Hülfsorgan vor, bestehend aus zwei dicht neben einander liegenden fleischigen Streifen, dass im Zustande der Ruhe ziemlich weit von der Mundöffnung zurückgezogen ist. Will das Thier Nahrung aufnehmen, so erweitert sich die Mundspalte zu einem Kreise, stülpt sich aus und die Zunge schöpft ein, wobei ihr aber der ganze Lippenkreis des Mundes, indem er sich wieder zuthut, behülflich ist. Bei der räuberischen Gattung *Chaetogaster* ist der Mund und Schlundkopf mit zahlreichen Muskelpapillen besetzt. Von allen diesen Gattungen ist der Verdauungstractus des Regenwurmes am meisten entwickelt. Er zerfällt in die Mundhöhle, Schlundkopf, Speiseröhre, Kropf, Muskelmagen und Darm. In die Speiseröhre werden aus den daran hängenden Drüsen Kalkkörper abgesondert, welche vielleicht zum leichteren Zermalmen der Speise beitragen. Eine vom Rücken her sich in das Darmlumen senkende, gefaltete Einstülpung der Darmwand bildet die sogenannte Typhlosolis. Die Kopfkiemer haben einen einfachen Schlund ohne Bewaffnung, die Rückenkiemer dagegen besitzen gewöhnlich eine ausstülpbare Schlundröhre, welche häufig *(Nereis, Polynoe, Aphrodite, Eunice* u. a.) mit hakig gekrümmten und gezähnelten Kiefern versehen ist. Der Darmkanal hat weniger häufig einen geraden Verlauf, (z. B. *Arenicola*), gewöhnlich ist er durch Biegungen oder Spiralwindungen bedeutend verlängert. Durch Einschnürungen lassen sich namentlich bei den Capitibranchiaten bestimmte Abtheilungen als Magen, Dünndarm, Dickdarm unterscheiden, weniger bei den Dorsibranchiaten.

b) Speicheldrüsen und Leber. Bei manchen Strudelwürmern *(Vortex,* auch *Dinophilus)* finden sich deutliche einzellige Speicheldrüsen, welche in den Schlundkopf oder den Schlund

einmünden. Als distincte Speichel-, richtiger vielleicht pankreatische Drüsen sieht man auch die beiden massig-lappigen Organe an, welche bei den Räderthieren in den oberen Theil des Darmkanals einmünden. Im Uebrigen sind bei den Würmern separate Drüsen, welche mit Sicherheit als Verdauungssecrete absondernd betrachtet werden könnten, nicht vorhanden. Ohne Zweifel ist diese Function aber den mancherlei Zellen und Zellenschichten überlassen, welche in den Wandungen des Darmkanals liegen oder einzelne Theile des Darmrohres, wie z. B. den langen Oesophagus mancher Nemathelminthen, umfassen. Vielleicht haben die zahlreichen, vom Darmkanal der *Aphroditae* abgehenden, zum Theil verzweigten Blinddärme die Bedeutung von leberartigen Absonderungsorganen.

c) Blut und Gefässsystem. Bei vielen Würmern ist der Nahrungssaft nirgends in Gefässen enthalten, sondern durchtränkt den parenchymatösen Körper unmittelbar oder sammelt sich in der mehr oder minder entwickelten Leibeshöhle an. Es bedarf daher nur einer Aufzählung dieser blutgefässlosen Würmer, um aus dem Verhalten ihrer Leibeshöhle die dem Blute bestimmten Räume zu erkennen.[1] Demnach ist weder bei Cestoden noch Trematoden ein für das Blut bestimmtes Reservoir vorhanden. Jedoch findet sich bei den Cestoden in der Rindenschicht ein äusserst zartwandiges plasmatisches Kanalsystem(?). Auch die Dendrocölen verhalten sich wohl allgemein so, während bei den Rabdocölen sich verschiedene Lacunen finden, erfüllt mit Ernährungsflüssigkeit; sie wird, wie in allen diesen Fällen, durch die allgemeinen Körpercontractionen in Bewegung gesetzt. Was man früher in allen diesen Abtheilungen als Blutgefässe beschrieben, gehört meist einem excretorischen oder respiratorischen Apparat an.

Auch die Nematoden sind mit ihrem Blut lediglich auf die oft kaum noch vorhandene Leibeshöhle beschränkt. Mit Sicherheit sind auch bei *Oxyuris* die Blutkörperchen erkannt. In den Körperwandungen der Acanthocephalen finden sich zwar zwei Längsgefässe mit vielen seitlichen, im Vordertheile ein förmliches Netz bildenden Aesten und damit das Gefässsystem der beiden sogenannten Lemniscen in Verbindung; allein die Bedeutung der in diesen (wandungslosen) Gefässen enthaltenen Flüssigkeit ist unklar. Gefässlos sind endlich auch die Bryozoen und Räderthiere. Bei den ersteren wird die in der geschlossenen Leibeshöhle enthaltene Blutflüssigkeit durch Wimperung einzelner Stellen in Be-

wegung gesetzt. Dazu kommen, wie bei den Räderthieren, die starken Leibescontractionen.

Die Nemertinen besitzen zwar auch eine nicht auffallend entwickelte Leibeshöhle mit einem blutähnlichen Inhalte (Chylus), daneben aber ein ganz entschiedenes Blutgefässsystem. Es sind drei Hauptlängsgefässe, ein Rückenstamm und zwei Seitenstämme. Diese vereinigen sich am Hinterende, und in der Nähe des Gehirns gabelt sich der Rückenstamm und geht mit den beiden, um die Ganglien sich schlängelnden Aesten in die Seitenstämme über, welche im Vorderende eine Schlinge bilden. Das in diesen Gefässen enthaltene Blut ist gewöhnlich ungefärbt, mitunter auch röthlich oder bläulich. Die Färbung ist entweder an die Flüssigkeit gebunden oder rührt von Blutkörperchen her.

Unter den Gephyreen hat *Bonellia* das am meisten entwickelte Gefässsystem. Im Allgemeinen ist ein Rücken- und ein Bauchstamm vorhanden, welche vorn und hinten mit einander in Verbindung treten.

Wir sind damit zu den Annulaten gekommen, welche vielleicht ausnahmslos sowohl eine mit chylusartiger oder entschieden blutartiger Flüssigkeit erfüllte Leibeshöhle, als auch ein mit der Leibeshöhle entweder communicirendes (Hirudineen) oder gegen dieselbe abgeschlossenes Gefässsystem aufweisen. Die centralen Theile des letzteren bestehen in mehreren Längsstämmen, die gewöhnlich in den Körperenden unmittelbar in einander übergehen, häufig durch grössere Quergefässe verbunden sind. Von ihnen entspringen zahlreiche, sich verzweigende und anastomosirende Gefässe als peripherische Theile. Immer haben diese Gefässe eigene Wandungen, und entweder pulsiren alle Hauptstämme und die Quergefässe des Systems oder einzelne herzartige, mitunter erweiterte Abtheilungen desselben. Das Blut ist meist gefärbt (roth, grün, blau, violett u. a.), wiewohl nicht durch die Blutkörperchen. Letztere sind farblos und können sogar fehlen.

Die merkwürdigsten Verhältnisse bieten die Egel, deren Leibeshöhle nur beim Krebsegel (*Branchiobdella*) als wirkliche geräumige Höhle auftritt, mit welcher das einzige grosse, über dem Darmkanale verlaufende Blutgefäss communicirt. Bei den übrigen Egeln ist durch Entwicklung eines Bindegewebes und Verdickung des Hautmuskelschlauches die Leibeshöhle auf zwei oder drei gefässartige Längsräume reducirt, die sogenannten Seitengefässe und

das Bauchgefäss. Ihre wahre Natur als Leibeshöhle ergiebt sich daraus, dass bei verschiedenen Gattungen die sogenannten Schleifenorgane, welche entschieden nach der Homologie mit den anderen Ringelwürmern der Bauchhöhle angehören, frei in die Seitenstämme einmünden, und dass innerhalb des Bauchgefässes die Bauchganglienkette oder auch wohl *(Clepsine, Piscicola)* ein Theil des Darmkanales liegt. *Nephelis* greift nochmals, wenn man die Verhältnisse consequent betrachtet, in die gefässlosen Würmer hinüber; ihr Blut fluctuirt, bei Abwesenheit des Rückengefässes, blos in den „Seitengefässen" und ihren zahlreichen Anastomosen und dem „Bauchgefäss". Am meisten ausgebildet ist das System der Gefässe und gefässartigen Bluträume bei *Hirudo* und den nächst verwandten Gattungen. Das Rückengefäss communicirt nur hinten mit dem Bauchgefässe. Die Seitengefässe sind die Arterien, deren Verzweigungen in Capillarnetze übergehen. Hieraus gelangt das Blut in das Bauch- und Rückengefäss, welche als grosse Venen anzusehen sind, und das Blut einem zweiten Hautcapillarsystem zur Athmung zuführen.

Bei den Borstenwürmern werden also die Seitengefässe der Hirudineen durch die Bauchhöhle repräsentirt, gegen welche das eigentliche Gefässsystem abgeschlossen zu sein scheint. Am meisten fallen dabei die Bauch- und Rückenstämme in die Augen. Das Blut wird in der Regel im Rückengefäss von hinten nach vorn getrieben und tritt im Kopfende durch grössere Gefässschlingen, aber auch durch die übrigen Queranastomosen in das Bauchgefäss über und kann nur uneigentlich als arteriell und venös geschieden werden; nicht selten muss sogar das Blut durch dieselben Gefässe von den Kiemen zurückkehren, durch welche es dahin gelangt ist (z. B. bei *Amphicora*), und hier ist also eine solche Scheidung willkürlich oder auch unmöglich.

Bei den Lumbricinen und Naiden, denen sich *Amphicora* anreiht, ist das Rückengefäss eng mit den Darmwandungen verwachsen, gabelt sich im Vorderende und geht, so den Schlund umfassend, in das Bauchgefäss über, mit welchem es jedoch auch in den übrigen einzelnen Körpersegmenten, namentlich im Vorderende, durch Quergefässe verbunden ist. (Fig. 25.)

Von den genannten Borstenwürmern unterscheiden sich die übrigen, Capitibranchiaten und Dorsibranchiaten, durch eine Vermehrung der Hauptgefässstämme, auch treten durch das

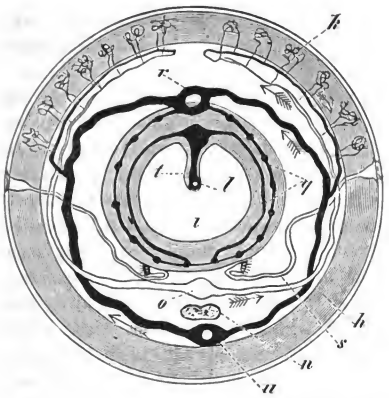


Fig. 25. Etwas schematischer Querschnitt der Lumbricine *Urochaeta* (n. Perrier). *h* Hautmuskelschlauch; *i* Darm; *t* Thyphlosolis; *n* Bauchnervenstrang; *s* Segmentalorgane; *r* Rückengefäss; *o* oberes Bauchgefäss; *u* unteres Bauchgefäss; *k* respiratorische Gefässschlingen; *l* Längsgefäss i. d. Typhlosolis; *q* Querschlingen.

Vorhandensein von äusseren Kiemen, wie schon bei *Amphicora,* neue Veränderungen ein. Am gewöhnlichsten ist die Verdoppelung sowohl des Rücken- als des Bauchgefässes, in welchem Falle gewöhnlich ein Rückengefäss und ein Bauchgefäss mit dem Darme, die beiden übrigen Stämme mit den Körperwandungen enger verbunden sind. Nicht selten sind auch diese Hauptgefässe streckenweise oder ganz in zwei bis drei Stämme gespalten. Da die Blutbewegung längst des Rückens von hinten nach vorn geschieht, so kann man bei den Capitibranchiaten das Rücken-Darmgefäss, welches gewöhnlich das Blut zu den Kiemen führt, als Körpervene oder Kiemenarterie, das Hauptbauchgefäss aber, welches das Blut aus den Kiemen aufnimmt, als Körperarterie bezeichnen, obwohl auch hier von einer strengen Trennung in arterielles und venöses Blut der vielen Queranastomosen wegen nicht die Rede sein kann. Noch unausführbarer ist diese Scheidung bei den Dorsibranchiaten, deren Kiemen aus den Quergefässen das Blut empfangen.

d) Respirationsorgane. Bei den im Innerern anderer Thiere schmarotzenden Würmern kann von eigentlicher Athmung

nicht die Rede sein. Auch denjenigen Eingeweidewürmern, welche auf der äusseren Haut des Wohnthieres, auf den Kiemen u. s. w. leben, scheinen die besonderen Athmungswerkzeuge zu mangeln.

Gewiss findet bei allen Strudelwürmern eine Hautrespiration statt, daneben sind aber in allen drei Ordnungen (Dendrocöla?) Respirationsorgane in Form eines Wassergefässsystems erkannt, am klarsten bei den Rhabdocölen. Es besteht in der Regel aus zwei Hauptkanälen, die entweder gesondert nach aussen münden *(Prostomum, Derostomum, Typhloptana sulphurea),* oder vermittelst starker Querkanäle durch eine gemeinschaftliche Oeffnung das Wasser aufnehmen (z. B. *Mesostomum).* Die feineren Verzweigungen dieser Wasserkanäle sind schwieriger, aber doch häufig genug zu beobachten. Das Wasser wird in ihnen durch hie und da angebrachte Flimmerläppchen in Bewegung gesetzt, doch scheint dies allein nicht auszureichen, die Stagnation zu verhüten, und um das Wasser gänzlich zu erneuen, ziehen sich die Rhabdocölen oft plötzlich zusammen, wie die Räderthiere, wodurch die Flüssigkeit auf einmal aus den Gefässen gepresst wird. Bei der Ausdehnung wird dann frisches Wasser eingesogen. Auch ist öfters an den Stigmen das äussere Flimmerepithelium besonders ausgebildet und thätig, so dass an diesen Mündungen die den ganzen Körper umspülende Wasserströmung verstärkt ist. Bei vielen Mesostomeen beginnt das Wassersystem mit einem becherförmigen, contractilen Schlauche, wodurch das Ganze dem Gefässsystem der Cestoden und Trematoden sehr ähnlich wird.

Den Körper der Dendrocölen durchzieht gleichfalls ein mit Wimperläppchen in den feineren Verzweigungen versehenes Wassergefässsystem, und ein solches ist vielleicht auch bei allen Nemertinen vorhanden, wo es bis jetzt bei zwei Arten, *Prorhynchus stagnalis*, aus dem süssen Wasser, und *Testrastemma obscurum* gefunden.

Unzweifelhafte Athmungsorgane sind ausserdem blos die äusseren Kiemen der polychäten Annulaten. Sie sind an den verschiedensten Körperabschnitten und in mannigfacher Gestalt angebracht. Es sind Fäden und einfache oder verästelte Läppchen und Bäumchen, die häufig contractil und entweder ganz mit Flimmerepithelium überzogen oder nur mit einigen Cilienreihen versehen sind.

Die Kiemen mancher Capitibranchiaten liegen am Kopf-

ende in der Ebene der Körperaxe und bestehen aus einem oder zwei gefiederten Stämmen *(Sabella, Serpula)*, während andere Kopfkiemer die gefiederten oder baumförmigen Kiemen im Nacken haben *(Amphitrite. Terebella)*. Die vielgestaltigen Kiemen der Dorsibranchiaten stehen paarweise auf den meisten, namentlich auf den mittleren Körperabschnitten. Sie sind bei den Ariciden und Nereiden zu einfachen Blättchen verkümmert und scheinen den Aphroditen ganz zu fehlen. Bei diesen wird aber wahrscheinlich die Kiemenrespiration durch Aufnahme von Wasser in die Leibeshöhle ersetzt. Darauf deutet das den gesammten Bauchraum überziehende Flimmerepithelium hin; auch sind unter dem Rückenfilze zahlreiche offne Röhrchen beobachtet, welche das Wasser ein- und auslassen.

Die in den Enddarm mündenden nach der Leibeshöhle zu mit flimmernden Trichtern besetzten Analschläuche der Echiuren sind den Wasserlungen der Holothurien analoge Athmungsorgane. Das Blutgefässsystem communicirt mit der Leibeshöhle, von wo die Flüssigkeit in das Netz der nicht mit den Analschläuchen communicirenden Trichter gelangt.

c) Excretionsorgane. Wenn eben auf die Unmöglichkeit einer wirklichen Athmung bei den Binnenwürmern hingewiesen wurde, so macht sich aus demselben Grunde das Bedürfniss einer geregelten Secretion geltend. Die gefässartigen Secretionsapparate aller dieser Eingeweidewürmer sind lange Zeit theils für wirkliche Blutgefässe, theils für Wassergefässe im Dienste der Athmung gehalten worden, wie man wohl auch umgekehrt, wegen der morphologischen Uebereinstimmung, das Wassergefässsystem der Turbellarien hat zu einem excretorischen Apparat machen wollen.

Die Anlage der excernirenden Drüse ist bei Cestoden und Trematoden gleich. Am Schwanzende mündet ein contractiler Schlauch, welcher eine helle, viele Körner und Bläschen enthaltende Flüssigkeit entleert. In demselben münden bei den Trematoden 2 Hauptkanäle. Bei den Cestoden sind im einfachsten Falle 4 solche Hauptkanäle vorhanden, jederseits 2, die vorn eine Schlinge bilden und durch häufige, gewöhnlich der Gliedbildung entsprechende Queranastomosen in Verbindung stehen. Sie münden je für sich am jeweiligen Hinterrande, wenn die im ursprünglichen Scolexende liegende Schwanzblase mit diesem verloren gegangen ist. Die Anfänge des Excretionsorganes der Bandwürmer sind zackige und in Fortsätze ausgezogene Zellen, denen jede die trichterförmige Er-

weiterung eines feinen Gefässes verschliesst, indem sie mit einem wimpernden Fortsatz in den Trichter hineinragt. Für diese capillaren zuleitenden Röhren sind die starken Längsgefässe die Sammelröhren (Pintner).

Die Muskelschicht der Nemathelminthen wird seitlich[1]) durch die körnigen und kernhaltigen Seitenfelder unterbrochen. In jedem derselben liegt ein excernirendes Gefäss. Beide vereinigen sich in der hinteren Gegend des Oesophagus, und der gemeinschaftliche Ausführungsgang mündet etwas weiter vorn an der Bauchseite.

Fast ausnahmslos findet sich in der, das Blut enthaltenden und zugleich durch eine Nackenöffnung Wasser aufnehmenden Leibeshöhle der Räderthiere ein Paar längs der beiden Seiten verlaufende Kanäle mit zelliger Wandung, deren Ausläufer die sogenannten Zitterorgane sind. Letztere sind entweder cylindrisch oder münden trompetenförmig. Immer nämlich scheinen sie nach der Leibeshöhle offen zu sein, und inwendig haben sie mehrere Flimmerläppchen. Ihre Zahl übersteigt selten zehn; nur in einigen Species von *Notommata (myrmeleo, syrinx* u. a.) ist sie sehr vermehrt, und dann sitzen die Zitterorgane auf einem besonderen Aste der Kanäle. Das so beschaffene Röhrensystem jeder Seite mündet in eine contractile, mit der Kloake in Verbindung stehende Blase.

Bei den Annulaten tritt der excretorische Apparat in Form der Schleifenkanäle oder Segmentalorgane auf, flimmernden Kanälen, welche in den meisten oder gewissen Segmenten sich wiederholen mit einer freien, der Leibeshöhle zugekehrten Mündung und einer Oeffnung nach aussen. Sie sind paarig und münden am Bauche. Die Erkenntniss derselben wird nur da erschwert, wo sie unter gewissen Modificationen auch als Ausführungsgänge der Geschlechtsproducte verwendet werden, z. B. bei den Lumbricinen. Ganz drüsig, ohne alle Beziehung zu den Geschlechtsorganen, sind sie bei den Kieferegeln, gewöhnlich 17 Paare. Bei einigen Capitelliden finden sich 2 Paare in einem Segmente. (Fig. 26.)

Bei *Serpula* und *Sabella* sondern einige vordere Segmentalorgane die Röhrensubstanz aus.

---

1) Sowohl in der Ruhe als in der Bewegung liegen die Nematoden auf einer dieser „Seitenflächen". Die Bewegungen geschehen schlängelnd durch Krümmungen der sogenannten Bauch- und Rückenfläche nach rechts und links.

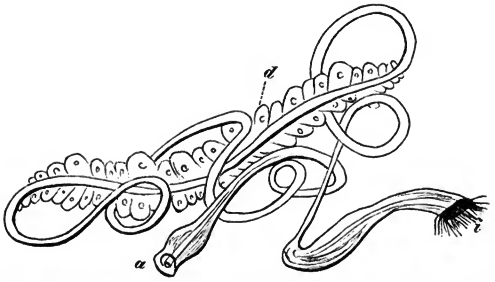


Fig. 26. Segmentalorgan von *Dero obtusa* (n. Perier). *i* innere freie Mündung; *a* äussere Mündung; *d* Drüsenzellen des mittleren Theiles.

Bei verschiedenen Gephyreen kommen paarige schlauchförmige Organe vor, die theils die Geschlechtsproducte enthalten, theils excretorischer Natur sind und vielleicht sowohl dem Excretionsorgan der niederen Würmer, als den Schleifenkanälen der höheren morphologisch äquivalent sind.

Geschlechtswerkzeuge. Zu den hermaphroditischen Platyhelminthen gehören sämmtliche Dendrocölen, fast alle Rhabdoclöen, alle Cestoden und Trematoden, mit Ausnahme von *Distoma haematobium*. Diese zeigen in den Grundzügen ihres Geschlechtsorganismus eine grosse Uebereinstimmung. Die weibliche Geschlechtsdrüse zerfällt in zwei räumlich getrennte und an Umfang sehr verschiedene Partieen. Die kleinere ist der sogenannte Keimstock, in welchem die Keimbläschen und ein eigenthümlicher feinkörniger Dotter gebildet werden, den man den Befruchtungsdotter nennen kann. (Fig. 27.) Mit ihm nämlich kommen die Spermatozoen in Berührung vor dem Hinzutritt des in den ausgedehnten, nur den marinen Dendrocölen mit getrennten Geschlechtsöffnungen fehlenden Dotterstöcken bereiteten grobkörnigen Dotters. Nur bei *Taenia* (nachgewiesen bei *T. mediocanellata* und *solium*) fehlen höchst auffallender Weise diese Dotterstöcke, und es bilden sich in den bisher dafür gehaltenen breitlappigen Organen alle Bestandtheile der Eier, bis auf ein Eiweiss. Das letztere entsteht in der darunter liegenden glashellen und netzförmigen Albumindrüse.

Da wo die Ausführungsgänge der genannten Organe sich vereinigen oder in einander münden, bei den Cestoden noch unter Hinzutritt eines Complexes einzelliger Schalendrüsen ist auch der Ein-

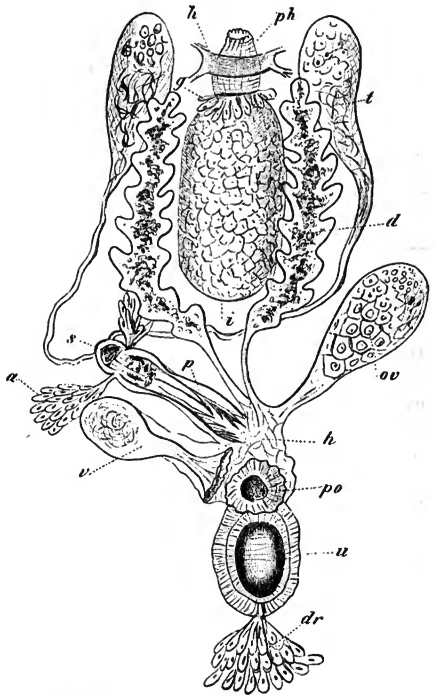


Fig. 27. Generationsorgane von Vortex pictus (n. Hallez). *t* Hoden; *s* Samenblase; *p* Begattungsorgan; *a* accessorische Drüsen; *d* Dotterstöcke; *ov* Eierstock; *v* weibliche Samenblase; *u* Uterus; *dr* Uterusdrüse; *po* Genitalöffnung; *h* Vorraum; *ph* Schlundkopf; *i* Darmsack; *g* Speicheldrüsen; *n* Nervencentrum.

gang in den Uterus. Entweder in ihm selbst oder an seinem Eingang geschieht die Vereinigung der Eielemente unter einander und mit dem Samen, welcher letztere durch die Scheide eingeführt wurde. Die Ausdehnung des Uterus ist sehr verschieden, je nachdem die Eier einzeln ausgestossen werden *(Prostomum*, viele Vortex u. a. Planarien) oder in grosser Anzahl sich anhäufen (Trematoden. Cestoden). Die Trematoden und *Bothriocephalus* besitzen für den Uterus eine besondere, von der Scheidenöffnung verschiedene Uterusmündung. Bei den Taenien werden die Eier nur durch Zer-

störung des Uterusschlauches frei. Die den Dendrocölen meist fehlenden, jedoch bei den oben bezeichneten marinen Dendrocölen oft vorhandenen weiblichen Samentaschen kommen sehr allgemein bei den Cestoden, als Erweiterung der Scheide, ganz besonders aber bei den Trematoden und Rhabdocölen vor. Während die meisten von ihnen nur ein einfaches sackförmiges Behältniss zur Aufnahme und Beherbergung des Samens bis zur Befruchtung besitzen, ist bei den typischen Arten von *Mesostomum*, wie bei vielen Insecten, eine *bursa copulatrix* und, in unmittelbarer Verbindung mit dem Keimstock, ein *receptaculum seminis* vorhanden.

Die Hoden der Cestoden sind in Form zahlreicher Bläschen durch das Parenchym zerstreut. Sonst sind sie in der Regel paarig. Die *vasa deferentia* bilden bei den Dendrocölen vor dem Penis starke Anschwellungen, welche als *vesiculae seminales* fungiren; bei den übrigen Platyhelminthen münden sie in eine besondere, mit dem Begattungsglied in Verbindung stehende Samenblase. Jenes, das Begattungsorgan, ist bei den Rhabdocölen oft durch feste, hornartige Gebilde der verschiedensten Form ausgezeichnet.

Bei den Turbellarien dieser Abtheilung und manchen Planarien ist noch eine accessorische Drüse auf der Seite des männlichen Apparates zu nennen, deren körniges Secret in der Samenblase oder in einer mit dem Penis in Verbindung stehenden Höhlung angehäuft wird.

Die männliche und die weibliche Geschlechtsöffnung pflegen bei Cestoden und Trematoden gemeinschaftlich in einer mässigen Vertiefung zu liegen. Bei den Dendrocölen und Rhabdocölen aber führt der *porus* genitalis in eine weite Vorhöhle, in welche die verschiedenen Organe und deren Ausführungsgänge einmünden, wenn nicht, wie bei vielen marinen Planarien, die Geschlechtsöffnungen ganz von einander getrennt sind. Wo die beiderlei Oeffnungen in einem vertieften porus genitalis liegen, könnte bei Verschluss desselben nach aussen, eine Selbstbefruchtung stattfinden, d. h. der Samen aus dem vas deferens direct in die „Scheide" übertreten. Einfacher und directer communiciren männlicher und weiblicher Apparat bei *Archigetes* (Gruber).

Die Nemertinen, die Familie der *Microstomeae* und die Gattung *Dinophilus* sind getrennten Geschlechtes. Bei den Nemertinen liegen in unbestimmter Anzahl zu beiden Seiten des Darm-

und des Rüsselkanals Drüsen, welche Samen oder Eier absondern und diese durch eigene Oeffnungen, ohne dass Begattungsorgane vorhanden wären, entleeren. Bei den Microstomeen ist ein einfacher Eierstock oder Hode vorhanden. Die männlichen Geschlechtstheile von *Dinophilus vorticoides* sind paarig. Auf jeder Seite ist ein schlauchförmiger Hode, welcher mit einer Samenblase in Verbindung steht; die kurzen Ausführungsgänge der Samenblasen stossen unterhalb des Mastdarms zusammen und sind, wie dieser, von einem starken Sphincter geschlossen. Die gemeinsame Intestino-Genitalöffnung liegt über dem Schwanze. Beim Weibchen lassen sich Dotter- und Keimstöcke als gesonderte Organe nicht unterscheiden. Die Eier entwickeln sich in vier elliptischen Behältern, welche, sobald sie mit Eiern angefüllt sind, ganz ausgestossen werden. Ein grosses dünnwandiges *receptaculum seminis* steht mit der Analöffnung in Verbindung. Auch bei den Rundwürmern und Kratzern sind die männlichen und weiblichen Generationsorgane auf verschiedene Individuen vertheilt; jede Ordnung verhält sich aber wiederum eigenthümlich.

Die Innenwand des sogenannten *ligamentum suspensorium* der ♀ Acanthocephalen fungirt als Ovarium. Bei *Echin. gigas* treten die Eier direct aus dem Ligament in den Leitungsapparat. Bei den meisten Arten gelangen sie durch Bersten der Wandung des Ligamentes in die Leibeshöhle, werden von der Glocke aufgeschluckt und durch Uterus und Scheide entleert. Auch die Samensecretion geht in der Wandung des Suspensorium vor sich, mit anderen Worten: dieses Organ ist Hoden oder überzieht nur die beiden Samendrüsen. Die unteren Anschwellungen der beiden *vasa doferentia* bilden Samenblasen, von wo, an accessorischen Drüsen vorüber, der Same durch den Begattungsapparat nach aussen geleitet wird.

Die weiblichen Organe der Rundwürmer stellen einen einfachen oder gabeligen Blindsack, die männlichen immer eine einfache lange Röhre dar. Dort lassen sich die verschiedenen weiteren und engeren Abtheilungen als Ovarium, Eileiter, Uterus und Scheide, weit nach vorn mit einem Querspalt mündend, hier als Hode, *vas deferens, vesicula seminalis* und *ductus eiaculatorius* unterscheiden. Mit dem *duct. eiacul.* steht die Penisscheide in Verbindung. Der aus harter Substanz bestehende einfache oder doppelte Penis ist von sehr verschiedener Form. Als Hülfsbegattungsorgane dienen den Männchen mancherlei

äussere Anhänge, auch scheint häufig, wie bei den Acanthocephalen, ein Kitt zur innigeren Vereinigung der Begattungsorgane secernirt zu werden.

Die Geschlechter der Gephyreen sind getrennt. Eierstock und Hode, meist unpaar, sind durch Mesenterialfalten oder Bindegewebsstränge befestigt. Nur bei *Priapulus* münden sie nach aussen. Bei den andern fallen Eier und Samen in die Leibeshöhle, werden dann von den Segmentalorganen (1—3 Paar; bei *Bonellia* 1 unpaariger) aufgenommen und durch sie entleert.

Die Bryozoen sind Hermaphroditen und zwar entwickeln sich Eier und Samen nicht in besonderen Organen, sondern an verschiedenen Stellen der Leibeshöhle (des Cystids), meist an dem, den Darm mit der Wandung verbindenden Strange. Die Geschlechtsproducte fallen in die Leibeshöhle und werden meist durch besondere feine Oeffnungen entleert.

Die Räderthiere sind getrennten Geschlechts. Von den meisten Arten sind bis jetzt nur die Weibchen bekannt geworden, während die kleineren Männchen überall nur periodisch aufzutreten scheinen und durch den Mangel des Verdauungsapparates auffallend anders organisirt und gestaltet sind. Der weibliche Apparat besteht in einem einfachen oder doppelten schlauchförmigen Ovarium, mit Ausführungsgang in die Kloake. Dotterbildung und Bildung der Keimbläschen erscheint nicht selten verschiedenen Stellen übertragen. Der Hode ist einfach, blasenförmig und mündet in die, ausser ihm nur noch die contractile Blase aufnehmende Kloake ein. (S. Fig. 19 S. 76).

Verschiedene Umstände sprechen dafür, dass die Räderthierweibchen periodisch unbefruchtete Eier zur Entwicklung bringen können (Sommereier). Aus ihnen würden mehrere Generationen von Weibchen und schliesslich auch Männchen hervorgehen.

Nach den Sommereiern entwickeln sich die hartschaligen sogenannten Wintereier.

Die Egel, Regenwürmer und Naiden sind Zwitter mit gegenseitiger Befruchtung. Die Geschlechtsöffnungen liegen am Bauche im Vordertheile, die weiblichen hinter den männlichen. Die Begattung geschieht, indem sich die entgegengesetzten Körperenden der beiden Individuen an einander legen. Von den Hirudineen mag *Hirudo medicinalis* als Vorbild dienen: ihm schliessen sich die übrigen mit einigen, namentlich auf die Zahl der Hoden bezüglichen Abweichungen an. Zwei rundliche Eierstöcke haben jeder

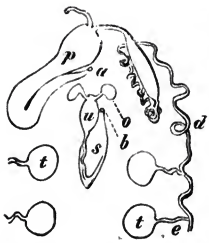


Fig. 28. Geschlechtsorgane von *Anlacostomum nigrescens*. *t* Die zwei vordersten Paar Hoden; *e* vas efferens; *t* vas deferens; *p* Penisscheide; *a* männliche Geschlechtsöffnung; *o* Eierstock; *u* Eihalter; *s* Scheide; *b* weibl. Oeffnung.

einen kurzen Eileiter, die sich zu einem längeren, gemeinschaftlichen Ausführungsgange vereinigen. (Fig 28). Dieser führt in einen birnförmigen, mit einer kurzen Scheide endigenden Uterus über. Neun Paar Hoden liegen in zwei Reihen zu den Seiten der Ganglienkette; ihre kurzen Ausführungsgänge münden in die beiden langen *vasa deferentia*, die, vorn sich mehrfach windend, die beiden sogenannten Samenblasen bilden. Die *ductus eiaculatorii* derselben gehen in den, den herausstülpbaren Penis enthaltenden Bulbus.

Die Kapseln (Cocons), womit viele Egel ihre Eier umgeben, werden von eigenthümlichen, während der Brunstzeit und vor dem Legen sich entwickelnden Hautdrüsen als eine schleimige, bald erhärtende Masse secernirt.

Unter den Oligochäten kennt man am besten die Geschlechtswerkzeuge der Regenwürmer. Die männlichen Organe bestehen aus vier Hoden, zwei grossen dünnhäutigen Samenblasen und zwei, mit je zwei trichterförmigen Organen beginnenden Samenleitern. Die beiden Eierstöcke sind klein; etwas hinter ihnen liegen zwei mit Tuben beginnende Eileiter, modificirte Segmentalorgane (vergl. oben Excretionsorgane), gleich den Samenleitern. Die Geschlechtsöffnungen sind paarig; ihre Lage wechselt nach den Species. Aehnlich complicirt verhalten sich die Naiden. Als äusseres Begattungsorgan dient den Regenwürmern der sogenannte Sattel, welcher auch die Cocons liefert. Er besteht aus einer zwischen Hypodermis und Ringfaserschicht sich einschiebenden gefässreichen Schichte säulenförmig-prismatischer Körper, welche zahlreiche Drüsenschläuche enthalten. Er entwickelt sich besonders zur Brunstzeit, und die Thiere umfassen sich mit seinen an der Bauchseite befindlichen Rändern.

Die Polychäten sind, mit Ausnahme der Serpulaceen *Protula* und *Spirorbis*, zwittrig. Die stets sehr einfachen Geschlechtsdrüsen, ausser der Brunstzeit oft gar nicht bemerklich, liegen an der Innenfläche des Hautschlauches. Sie entleeren ihre Producte in die Leibeshöhle, von wo sie durch Segmentalorgane nach aussen geführt werden. In einfachster Form sind dieselben bei *Syllis* vor-

handen; die abweichendste Bildung findet sich bei den elytrentragenden Borstenwürmern *(Sigalion, Polynoe)* wo der mittlere Theil des Segmentalorganes zu einem sackförmigen contractilen Behälter erweitert ist.

Fortpflanzung und Entwicklung. Es liegt in der Natur des vielgestaltigen, theils auf verschiedenen niederen Stufen stehen gebliebenen, theils durch Parasitismus rückgebildeten, theils nach verschiedenen Radien höher entwickelten Kreises der Würmer, dass er ein sehr buntes Bild von Fortpflanzungsweisen und Entwicklungsvorgängen bietet. Wie die Strudelwürmer, namentlich die Dendrocölen und Rhabdocölen, hinsichtlich ihrer anatomischen und ökonomischen Verhältnisse als Ausgangsformen für die Plattwürmer erscheinen, so ist ihre Entwicklung auch am einfachsten und durchsichtigsten. Je intensiver dann bei Saug- und Rundwürmern der Parasitismus, desto länger ist in der Regel der Weg, auf welchem das Individuum ontogenetisch die Stadien zurücklegt, welche mit Recht als die Wegweiser der Phylogenesis angesehen werden können, und welche nicht ererbt, sondern nach Bedürfniss und Gelegenheit eingeschoben worden sind. Dasselbe wiederholt sich bei den Rundwürmern: einfacher ist die Entwicklungsgeschichte der freilebenden. Die Borstenwürmer verrathen vielfach ihre Abstammung und allmälige Vervollkommnung, zeigen auch solche Momente der Entwicklung, wodurch ihre Verwandtschaft mit den Gliederthieren sich bestätigt. Auf gemeinschaftliche Vorfahren mit ihnen weisen die Larven mancher Sternwürmer, wogegen Kratzer, Moosthiere und Räderthiere in ihrer Entwicklung wenige oder keine überzeugenden Anhaltepunkte für die genetische Systematik gewähren.

Die meisten Turbellarien verlassen das Ei in einem solchen Zustande der Ausbildung, dass ihnen kein eigenthümliches, mit einer Verwandlung endigendes Larvenleben bevorsteht. Auch die Metamorphose, welche einige Seeplanarien (z. B. *Stylochus*) durchmachen, besteht nämlich in dem allmäligen Schwinden eines ausgezeichneten Wimperorganes von 8 Zipfeln oder Fortsätzen, über welche sich eine Schnur grösserer Cilien fortzieht.

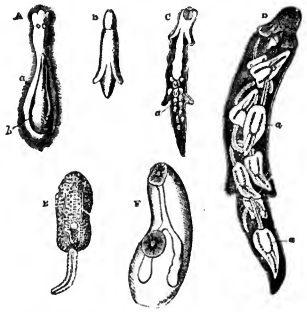
Bei den Nemertinen kommt eine Art von Metamorphose vor, indem noch innerhalb des Eies der kugelige, rotirende Embryo sich der Art häutet, dass aus ihm ein, nunmehr den Nemertinentypus vollständig an sich tragendes Wesen hervorgeht. Auch kann der Vorgang so aufgefasst werden, dass nur die Oberflächen-

schicht des Eimaterials für den ersten, die Centralmasse für den bleibenden Embryo verwendet wird.

Eine Anzahl von Trematoden entwickelt sich ohne Metamorphose, so dass meist schon im Ei die Gattung des Embryo zu erkennen ist; *Aspidogaster*, *Udonella* u. a.

Bei *Diplozoon* und *Polystoma* besteht die Verwandlung darin, dass die bewimperte Larve ihre Wimpern verliert, und dass sich die Haken und Klammerapparate des Hinterendes verändern und ausbilden.

Häufiger ist der Generationswechsel, bis jetzt vorzugsweise an Arten von *Distoma*, *Monostoma* und Verwandten verfolgt. Bei diesen ist der Embryo entweder bewimpert oder unbewimpert, im ersten Falle einfach und fast ohne Organe, im letzten mit Gefässen und meist mit Verdauungsapparat versehen. Die unbewimperten Embryonen (*Distoma duplicatum* — wahrscheinlich zu *Distoma tereticolle* gehörig. *Gasterostomum fimbriatum* — *Bucephalus. Distoma holostomum* — *Leucochloridium)* gehen direct, wenn auch mitunter durch Verzweigung (*Bucephalus*) in die Ammen über, die bewimperten Embryone aber[1]) werden zu Urammen oder Ammen, indem ihr Wimperkleid fällt.



Die Urammen erzeugen durch Keimzellen ihnen gleichende Ammen, diese ebenfalls durch blosse Keimzellen Cercarien. Sind Urammen und Ammen blos schlauchförmig, wie ohne thierische Organisation, so heissen sie Sporocysten (lebende Keimschläuche). Haben sie einen deutlichen Verdauungs- und Gefässapparat, nennt man sie Redien. (Fig. 29.)

Fig. 29. Verschiedene Stadien in der Entwicklung der Distomen (n. Leuckart). A Bewimperte Larve von *Monostoma mutabile*. *a* Larvenhaut; *b* darin entwickelte Redie. B Redie von *Monostoma mut.* C Redie von *Distoma pacificum* mit Keimen einer zweiten Redienbrut. D Redie mit Cercarien. F Cercarie. F Ausgewachsenes, aber noch nicht geschlechtsreifes *Distoma.*

1) *Distoma hians, nodulosum, globiporum, cygnoides, longicolle, folium, pinnarum*; *Monostoma mutabile, capitellatum; Amphistoma subclavatum.* Auch *Distoma hepaticum* erzeugt bewimperte Embryone, welche, in ganz junge *Limnaeus pereger* eingewandert, Redien erzeugen, die wiederum eine Brut schwanzloser Larven unmittelbar an die Träger des Dist. hep. abzugeben scheinen (Leuckart).

Sie also erzeugen die Generation der Cercarien, deren Organisation schon lebhaft an die Trematoden erinnert, welche daraus hervorgehen soll, die aber durch ihr freies Umherschwärmen mit Hülfe eines sehr beweglichen Ruderschwanzes sich auszeichnet. Bei *Distoma cygnoides* wirft die Cercarie im Wasser den Schweif ab und wandert höchst wahrscheinlich direct in die Harnblase der Frösche durch den Mastdarm. In der Regel aber gehen die Cercarien auf Mollusken nach Abwerfung des Schwanzes eine Art von Verpuppung ein und werden geschlechtsreif, wenn sie in den Darmkanal ihres eigentlichen Wohnthieres versetzt sind.

Unter den Cestoden zeigt *Archigetes Sieboldii* (in *Tubifex rivulorum*) die einfachste Entwicklung. Wie bei allen, entsteht auch bei ihm im Ei ein rundlicher, mit 6 Haken versehener Embryo. Nachdem dieser ausgekrochen, setzt sich das Hintertheil mit den Haken als sogenannte Schwanzblase ab. Der Kopftheil wächst bedeutend und gleicht damit einer Knospe. Ohne dass nun der eigentliche Embryonaltheil, die Schwanzblase, abgeworfen wird, treten schliesslich in jenem Kopftheil die Generationsorgane hervor. In dieser Entwicklung schliesst sich *Ligula* an. Bei *Triaenophorus* entwickeln sich direct an und aus dem zur Cestodenblase gewordenen Embryonalkörper die Haken des Kopfes und seine beiden flachen Gruben. Dann erst wird die ehemalige Cestodenblase in Form eines Schwanzanhanges abgeschnürt und abgeworfen. Erst bei den eigentlichen *Taeniae* und *Tetrarhynchus* ist die Bildung der Geschlechtsorgane mit einer Bildung oder Knospung von Metameren, „Bandwurmgliedern" (*Proglottiden*) verbunden, welche aber zur Ablösung kommen und den Werth eigentlicher geschlechtlicher Individuen erhalten, während der sogenannte *Scolex* (Bandwurmkopf) als geschlechtslose Zwischengeneration fungirt. (Fig. 30.) Die wichtigsten Organe des Blasenwurm-Zustandes sind die

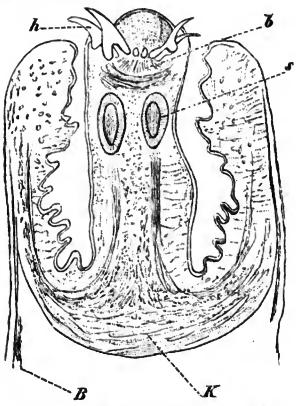


Fig. 30. *Cysticercus* aus dem Maulwurfe (n. Moniez). *B* Blasenwand; *K* Stelle der Einführung, auf welcher der Scolex als Knospe entstanden; *h* Hakenkranz; *b* Muskelkissen; *s* Saugnäpfe.

Excretionsgefässe mit dem pulsirenden Endschlauche. Bei den *Taeniae* entsteht dann der Boden der Kopfanlage in Gestalt eines hohlen, einwärts gerichteten Zapfens der Cysticercusblase. Auf dem Grunde dieser Höhlung erhebt sich der Scolex[1]). Die meisten „Blasenwürmer" bleiben bei jener einfachen Knospung stehen, wie sie die ächten Finnen (*Cysticercus)* zeigen. Bei einzelnen Formen hat sich die Reproductionsfähigkeit auf die Erzeugung vieler „Köpfchen", ohne *(Coenurus)* oder mit *(Echinococcus)* Erzeugung neuer Blasen gesteigert.

Ueber die Entwicklung des *Bothriocephalus latus* ist man nicht im Reinen, nur steht fest, dass die Embryonen im Wasser ausschlüpfen und wenigstens 4 bis 6 Tage mit Hülfe eines Kleides langer Wimpern frei umherschwimmen.

Etwas ausführlicher werden wir auch bei der in vieler Beziehung interessanten Entwicklungsgeschichte der Nemathelminthen verweilen. Nach totaler Furchung entsteht eine den Dotter umhüllende Keimhaut. Bei den meisten ist dieser Zustand schon der wirkliche Embryo. Bei manchen grösseren Formen (z. B. *Strongylus filaria*) findet eine Verdichtung auf einer Seite statt, die Anlage eines undeutlichen Primitivstreifens. Unmittelbar nach diesen Vorgängen wird der Darm angelegt, der Embryo streckt sich mehr und mehr, und dann geschieht die Anlage der Geschlechtsorgane. Die auskriechenden Embryonen sind nie an Gestalt den Alten gleich; sie haben während der Entwicklung und Wanderung zwei Häutungen durchzumachen, treten mit der ersten in das Larvenstadium, mit der zweiten in das der Reife. Dies gilt auch für die zeitlebens frei oder nur gelegentlich parasitisch lebenden, wie *Leptodera* und *Pelodera*, und es beziehen sich die Verwandlungen hauptsächlich auf die Gestalt des Kopf- und Schwanzendes und, ausser der Ausbildung der übrigen Organe, auf den Wechsel der Bohr- und Mundwerkzeuge.

Von *Mermis* und *Gordius*, welche geschlechtsreif frei sind, als Larven aber parasitisch, weiss man, dass sie, mit Bohrorganen versehen, sich in Insectenlarven einbohren und in ihnen ihr Larvenstadium durchmachen.

Die biologischen Verhältnisse der im geschlechtsreifen Zustande

---

1) Nach Moniez (Travaux de l'institut zoologique de Lille. Paris, 1881) ist die bisher geltende Meinung aufzugeben, dass der Scolex als hohle Knospe entstände, der beim Austreten aus der Blase ganz umgestülpt werden müsse.

parasitischen Nemathelminthen sind sehr verschieden. Einzelne, wie *Dochmius trigonocephalus* des Hundes, machen ihr Larvenstadium ganz im Freien durch, und zwar stimmen diese Larven täuschend mit solchen Formen überein (die sogenannten *Rhabditis)*, welche zeitlebens frei bleiben. Wiederum giebt es einzelne (*Trigonocephalus affinis. Oxyuris vermicularis)*, welche ohne Zwischenwirth und ohne Unterbrechung zur vollen Entwicklung gelangen, sobald sie als reife, noch von der Eischale umhüllte Embryone in ihre Wirthe gelangen. Die meisten der parasitischen Rundwürmer erstrecken ihre Wanderung auf zwei Wirthe. So z. B. leben die Larven von *Cucullanus elegans* in *Cyclops*. Mit diesen in den Barsch gelangt, erreichen sie ihr definitives Stadium. Ganz absonderlich steht *Leptodera (Ascaris R.) nigrovenosa* da. Sie findet sich als parthenogenesirendes Weibchen (nach Leuckart) oder als Zwitter (nach Schneider) in der Lunge des Frosches. Ihre Larven gerathen durch den Darmkanal des Wirthes in's Freie und werden nun in der feuchten Erde zu einer völlig abweichenden geschlechtsreifen Generation (sogenannte *Rhabditis*-Generation). Die wenigen Jungen bewegen sich nach Sprengung der Eihülle frei in der Leibeshöhle der Mutter, deren Organe nach und nach zerfallen bis auf die als Schlauch zurückbleibende Chitinoberhaut. Nachdem die Larven aus dieser Hülle hervorgekrochen, können sie in Schnecken übergehen, aber auch direct in den Frosch übertragen werden sie zur *Lept. nigrovenosa.*

Von den Kratzern ist *Echinorhynchus proteus* hinsichtlich seiner Entwicklung bekannt. Das Ausschlüpfen aus dem Ei geht im *Gammarus pulex* vor sich. In dem ursprünglichen Embryo verwandelt sich ein nucleusartiger Körper allmälig in den eigentlichen Wurm, und jener, nach Abstreifung seiner primitiven Haut, wird zu einem blossen Ueberzug des *Echinorhynchus* reducirt, indem er die körnige Umhüllungsschicht über der Muskelhaut, der Sitz des Gefässapparates wird. Im Darm der Fische kommt die Entwicklung zum Abschluss.

Von den Gephyreen zeichnet sich *Echiurus* durch eine ächte Trochosphaerenlarve (s. u. Chaetopodenlarven) aus, während die Larven von *Bonellia* und *Phascolosoma* nur entfernter auf die sich höher entwickelnden Gliederwürmer weisen. Ganz eigenthümlich verhält sich *Phoronis.* Ihre mit einem grossen zipfeligen postoralen Wimperkranze versehene Larve wurde *Actinotrocha* genannt. An der Bauchwand derselben entsteht durch eine Einstülpung ein

Schlauch, die Leibeswand des künftigen definitiven Thieres, welche, sich umstülpend, den Darm der *Actinotrocha* in sich aufnimmt. Auch die Tentakeln der Larve, die oben erwähnten Zipfel des Wimperkranzes, gehen auf den Wurm über.

Bei den Bryozoen kommen Arten ungeschlechtlicher Fortpflanzung vor. Die erste ist die Sprossenbildung, durch welche die äusserst variirenden und mannigfaltigen Stöcke entstehen. Zuerst entsteht an der Kapsel oder dem Zoöcium ein neues Zoöcium ohne Polypid. Letzteres entsteht durch secundäre Knospung aus der Leibeswand des Zoöcium (Darmtractus. Tentakelkrone. Nervencentrum. Tentakelscheide). Die zweischichtige Anlage des Polypids geht aus einem Zellhaufen hervor. Das Polypid stirbt für sich ab und zerfällt, worauf ein neues sich bildet. Die Vereinigung von Cystid und Polypid giebt das Polypocystid, mit dem sich auch die sogenannten Avicularien vergleichen lassen. Die zweite bisher nur bei den Süsswasserarten beobachtete geschieht durch die sogenannten Statoblasten. Diese elliptischen Körper entstehen an dem, den Magen mit dem Zellgrunde verbindenden Funiculus. In der Hülle befindet sich ein aus unregelmässigen Lufträumen zusammengesetzter Ring. Die fertigen Statoblasten bleiben in der Leibeshöhle bis zum Zerfall des Thieres, worauf im Frühjahr die Larven ausschlüpfen und neue Stöcke gründen. Daneben findet allgemein die geschlechtliche Vermehrung statt. Die aus dem Ei kommende bewimperte Larve wird, sich festsetzend, zu einer Zellscheibe, aus der erst das Individuum sich aufbaut. Dies ist aber offenbar eine verkürzte Entwicklung. Eine längere ist in der Larve von *Membranipora pilosa*, dem sogenannten *Cyphonautes*, aufbewahrt. Sie ist versehen mit einer zweiklappigen Schale, Darmkanal und Wimperapparate, hat eine gewisse Aehnlichkeit mit einer Gephyreenlarve und begünstigt die Ansicht, dass die Bryozoen überhaupt diesen Würmern verwandtschaftlich näher treten, als den Mollusken. Jedoch verwandelt sich auch der Cyphonautes nicht direct, sondern erleidet eine Rückbildung zum Cystid, wie denn überhaupt jene Folge von Cystid und Polypid bei der Eientwicklung statt hat.

Indem wir nun zu den Annulaten gelangt sind, ist zuerst der ungeschlechtlichen Fortpflanzung durch Theilung und Knospung der Naiden zu gedenken, wobei zugleich auf *Microstoma* und die nächst verwandten Rhabdocölen zurückzugreifen ist. Bei ihnen findet eine, natürlich mit Neubildung verbundene

wirkliche Quereintheilung statt, insofern ganze Abschnitte des Mutterthieres zum Aufbau der Tochterthiere verwendet werden. Ist es bei den Turbellarien wegen der mangelnden Körpergliederung schwieriger, sich von dem Gesagten zu überzeugen, so findet der Vorgang bei *Nais proboscidea* in folgender Weise statt: Bei den aus 30 bis 40 Gliedern bestehenden Individuen tritt in den an einander stossenden Enden zweier mittlerer Glieder eine Neubildung ein, der Art, dass der Gränzstrich der beiden Glieder mitten durch die Neubildung geht. Der dem hinteren Theile angehörige Theil der Neubildung wird zum Kopf des Hinterthieres, in welches also ohne Weiteres ungefähr die Hälfte der Gieder des Mutterthieres übergeht. Aus dem vorderen Theile der Neubildung entwickeln sich eine Anzahl Körper- und Schwanzglieder des Vorderthieres. Noch ehe das Hinterthier sich losgelöst, fängt das Vorderthier der Art an zu produciren, dass aus seinem letzten Gliede ein Mittelthier sich bildet, und diese Zeugung aus dem „Aftergelenke" (O. Fr. Müller) dauert unter successiver Ablösung der hinteren Tochterthiere fort bis zur Verkürzung des Vorderthieres auf 12 bis 14 Glieder. Dann pausirt diese Tochterbildung, das Vorderthier wächst zu etwa 40 Gliedern an, und der eben beschriebene Cyclus beginnt von Neuem. Wie lange? ist nicht beobachtet, auch nicht, was aus dem zuerst abgelösten Hinterthiere wird, während die als Mittelthiere entstandenen Individuen ihrerseits den Cyclus von Quertheilungen durchmachen.

Mit einem Generationswechsel ist diese Vermehrung der Microstomen und Naiden nicht verbunden, indem nicht nur dieselben Individuen, welche sich durch Theilung fortgepflanzt haben, häufig später zur geschlechtlichen Fortpflanzung befähigt werden, sondern sogar die Entwicklung der Geschlechtswerkzeuge, Samen und Eier nicht selten in die Theilungsperiode selbst fällt. In der Regel jedoch ist die Fortpflanzung durch Theilung für die eine, die Geschlechtsentwicklung für die andere Jahreszeit bestimmt.

Nochmals kehrt diese ungeschlechtliche Fortpflanzung bei einigen Polychäten wieder. Sie ist weniger deutlich bei *Myrianida*, *Filograna* und *Syllis*, ganz unzweifelhaft aber bei *Antolytus* mit einem, auch in der äusseren Form der Generationen sich kundgebenden Generationswechsel verbunden. Die aus dem Ei hervorgehende Amme proliferirt nur durch Knospung an ihrem Hinterende. Die Knospen sind Männchen oder Weibchen, welche unter einander und von der Amme namentlich in der Bildung des Kopfes

und der Fühlercirren, von der Amme auch durch den Besitz der aus einfach linearen Borsten bestehenden Borstenbündel unterschieden sind.

Die Entwicklung der Larven der Borstenwürmer aus dem Ei hat manche gemeinsame Grundzüge[1]). Die inaequale Furchung führt zu einer Gastrula. Das Nervensystem entsteht aus dem Ectoderm in zwei Theilen. Der erste, das Ganglion supraoesophageum zeigt sich als zwei scheibenförmige Verdickungen oberhalb des Gastrulamundes, die beiden Kopfscheiben; die Bauchganglienkette als zwei Stränge, innerlich zu beiden Seiten einer flimmernden seichten Bauchfurche. Durch Spaltung des Mesoderms in den Bereichen der primitiven Segmente entsteht die Leibeshöhle, wobei die primitive Furchungshöhle allmälig verdrängt und ausgefüllt wird. Die äussere Lamelle des Mesoderms liefert das Hautfaserblatt, die innere das Darmfaserblatt. Auch die Segmentalorgane, Borstentaschen und Borsten sind mesodermale Bildungen. Bei vielen Chaetopodenlarven *(Spio. Spirorbis. Fabricia)* wird die Dotterhülle zur bewimperten Larvenhaut. Die meisten sind durch Wimperstreifen und Wimpersäume zu einem Schwärmstadium befähigt, jedoch hat sich die Eintheilung der Larven nach der Lage und Zahl dieser temporären Bewegungsorgane nicht bewährt, indem dieselben bei verwandten Thieren sehr oft variiren. Ein häufig (z. B. bei den Nephthyden und Phyllodocen) vorkommender Larventypus ist der der sogenannten Telotrocha oder Trochosphaera. Hier ist ursprünglich ein Wimperkreis vorhanden, vor welchem der Kopflappen mit einem Wimperschopf, und hinter und an welchem unmittelbar die Mundöffnung liegt. Dann kommt ein zweiter Wimperring hinzu, hinter dem das Aftersegment liegt. Die neuen Glieder treten vor dem Aftersegmente auf. Die Höhle des Kopf-

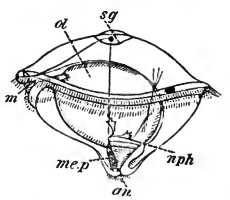


Fig. 31. Larve von *Polygordius*[2]) (n. Hatschek). *m* Mund; *sg* oberes Schlundganglion; *nph* embryonales Excretionsorgan; *mes* Mesodermstreifen; *an* After; *ol* Magen.

1) Den Angaben Hatscheks, dass Kopfscheiben und Anlage der Bauchganglienkette von Anfang an zusammenhängen, sowie, dass ein Theil der Banchganglienkette durch rinnenförmige Einstülpung und Einschnürung einer centralen Extodermpartie entstehe, widerspricht Kleinenberg.

2) Ein den Borstenwürmern sehr nahe stehender borstenloser Gliederwurm.

lappens wird fast ausgefüllt durch den magenartig erweiterten Darmbogen. Eine andere Larvenform der Chaetopoden ist die sogenannte *Mesotrocha* mit einem oder zwei Wimpergürteln in der Körpermitte und einem Endzipfel. Bei den meisten Anneliden-larven wimpert ausserdem die Bauchfläche. Wie es auch noch unter den Wirbelthieren Larvenformen giebt, welche sich geschlechtlich fortpflanzen (Acholotl), so lässt sich *Dinophilus* als eine äusserlich auf dem Larvenstadium verharrende Art betrachten.

V. Arthropoda. Gliederthiere.

Milne-Edwards, *Histoire naturelle des Crustacées.* 3 Voll. Paris 1834—40.

Claus, Die freilebenden Copepoden. Leipzig, 1863.

Steenstrup og Lütken, *Bidrag til Kundskab om det aalne Havs Snyltekrebs og Lernaeer. Kjobenhavn,* 1861.

Darwin, *A Monopraph of the subclass cirripedia.* London, 1851—1854.

Leydig, Naturgeschichte der Daphniden. Tübingen, 1860.

Claus, Z. Kenntniss der Daphniden. Z. f. wiss. Zool. XVII.

Fr. Müller, Für Darwin. Leipzig, 1864. (Höchst interessante und geistreiche Beobachtungen und Reflexionen über Entwicklung und Systematik der Krebse.)

Claus, Genealogische Grundlage d. Crustaceensystems. Wien, 1876.

Walckenaer et Gervais, *Histoire naturelle des Insectes aptéres.* 4 Voll. Paris, 1837—44. (Spinnen, Myriopoden.)

Hahn und Koch, Die Arachniden. 16 Bände. Nürnberg, 1831—1849.

Leuckart, Bau und Entwicklungsgeschichte der Pentastomen. 1861.

Fürstenberg, Die Krätzmilben der Menschen und der Thiere. Leipzig, 1861.

Burmeister, Handbuch der Entomologie. Berlin, 1832 ff.

Westwood, *An Introduction to the modern classification of Insects.* London, 1839—40.

Ratzeburg, Die Forstinsecten. 3 Bände. Berlin, 1837—44.

Leydig, Vom Bau des thierischen Körpers. I. 1. 1864. (Klassische Darstellung des Nervensystems der Gliederthiere.)

Weismann, Die Entwicklung der Dipteren. Leipzig, 1864[1]).

Die vorzüglichste neuere Gesammtdarstellung des Lebens, Baues und der Entwicklung der Insecten ist:

Graber, Die Insecten. München, 1879.

---

1) Dazu eine Reihe höchst wichtiger Untersuchungen über Entwicklung von Mecznikow, Kupfer, Ganin, Claparède, Kowalevsky, Bobretzky u. A. vorzugsweise in den neueren Jahrgängen der Zeitschrift für wiss. Zoologie.

Systematische Uebersicht über die Arthropoden.

Der Körper der Arthropoden zerfällt in Segmente, die fast immer zu bestimmten Abtheilungen (Kopf, Brust, Leib) vereinigt sind. Die Hautbedeckungen erhärten durch Chitin. Auch die Bewegungsorgane sammt den Mundtheilen sind gegliedert. Der Centraltheil des Nervensystems besteht aus einem Schlundringe mit der Bauchganglienkette. Geschlechter getrennt (mit Ausnahme der Cirripedien).

I. Crustacea. Krebse.

Die Krebse sind diejenigen Gliederthiere, bei denen die Fähigkeit, gegliederte, den Füssen äquivalente Anhänge zu tragen, auch auf die Segmente der hinteren Körperabschnitte, des Abdomen und des fast allen Krebsen eigenthümlichen Postabdomen (Schwanz) ausgedehnt ist. Die Athmungorgane sind Kiemen.

Die Klasse zeigt durch sehr wechselnde Ausbildung der Segmente und deren Verschmelzung zu Körperabschnitten eine sehr reiche innere Gliederung.

1. **Ordnung.** *Entomostraca.* Der Kopf ist mit dem Brusttheil zu einem Stück, dem Cephalothorax, verschmolzen. Hinter dem einen Paar Kiefern folgen drei Gliedmaassenpaare als Kieferfüsse, oder als Unterkiefer und Kieferfüsse. Am Abdomen zweiästige Beine. Die Athmung geschieht durch die Hautbedeckungen.

A. *Copepoden.* Ruderkrebse.

Kauende Mundtheile. Zeitlebens frei.

Cyclops. Sapphirina. Erstes Fühlerpaar langgestreckt, als Ruder dienend. (Fig. 32.)

B. *Parasitica.* Schmarotzerkrebse.

Saugende Mundtheile. Leben erwachsen als Aussenschmarotzer, fast alle an Fischen. Bei vielen sind die ♂ kleiner als die ♀. Repräsentanten höherer, sich an die frei lebenden Copepoden anschliessenden Familien sind: *Caligus, Argulus, Ergasilus.* Die Entwicklungsgeschichte zeigt, wie bei andern Familien mit dem intensiveren Schmarotzerthum eine immer grössere Verkümmerung und Rückbildung der Gliederung eintritt, am meisten bei den *Pennellina* und *Lernaeodea.* So folgt bei *Lernaea branchialis* (auf Schollen und *Gadus*) auf das freie *Nauplius*- und *Cyclops*-Stadium (s. unten) eine Larvenperiode, wo die noch deutlich gegliederte Larve sich mit einem Stirnbande fixirt. Dann kommt wieder eine Schwärmzeit mit wohl ausgeprägten Bewegungsorganen, während welcher die Begattung statt findet. Erst nach dieser beginnt die rückschreitende Verwandlung der Weibchen bei einer Volumszunahme auf das Tausendfache.

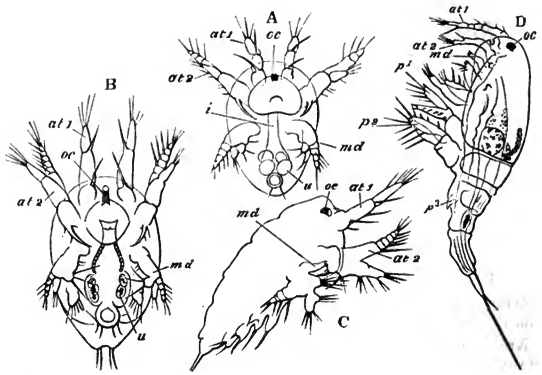


Fig. 32. Entwicklung von *Cyclops* (n. Claus). *A*, *B* u. *C*. Nauplius-Stadium; *D* jüngstes Copepoden-Stadium; *oc* Auge; *i* Darm; *u* Excrete im Darm; at^1, at^2 erste und zweite Antenne; *md* Oberkiefer; p^1, p^2, p^3 Füsse.

2. Ordnung. *Cirripedia.* Rankenfüsser. Hermaphroditische Crustaceen, welche nach kurzer Schwärmzeit sich festsetzen und mit einem, meist Kalkplatten absondernden Mantel umgeben. Sechs Paar rankenförmige Beine.

I. Familie. *Balanidae.* Seeeicheln.

Cylindrisch oder kegelförmig, indem der Mantel unmittelbar oder mittelst einer Kalkplatte aufsitzt.

Balanus. Coronula.

II. Familie. *Lepadidae.* Entenmuscheln.

Der Mantel ist mittelst eines biegsamen, muskulösen Stieles angeheftet; er ist seitlich zusammengedrückt und trägt gewöhnlich 5 Kalkplatten.

Lepas. Conchoderma.

Durch ihre Jugendformen schliessen sich einige merkwürdige Schmarotzerkrebse, *Sacculina*, *Peltogaster* u. a., an, bei denen Mundtheile, Darm und Gliederung völlig schwinden und von denen die meisten durch wurzelartige, nahrungziehende Wucherungen (daher Wurzelkrebse) in ihr Wohnthier (Krabben und Krebse) hineinwachsen. Eine Mittelform zwischen ihnen und den Lepaden ist *Anelasma*.

3. Ordnung. *Branchiopoda.* Kiemenfüsser. Sie haben ein bis drei Kieferpaare, verkümmerte Brustgliedmassen und eine un-

stete Anzahl der Segmente und Kiemenfüsse des Abdomen. Körper oft von einer Schale umhüllt.

I. Familie. *Ostracodea.* Muschelkrebse.

Körper von einer zweiklappigen muschelähnlichen Schale umgeben. Vier Paar Abdomenfüsse. (Fig. 33.)

Cypris. Cythere.

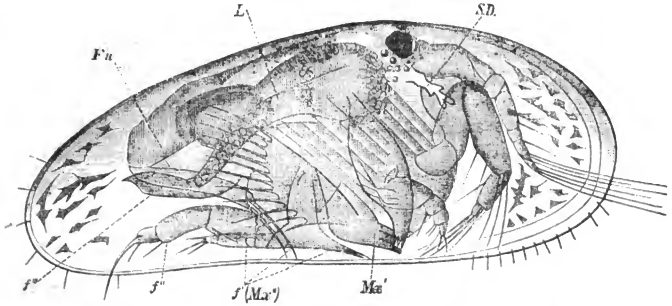


Fig. 33. Junge *Cypris*. *Mx'* erster Unterkiefer; *Mx''* zweiter Unterkiefer; *f'*, *f''*, *f'''* erster, zweiter und dritter Fuss; *Fu* Schwanzgabel; *L* Leber; *SD* Schalendrüse.

II. Familie. *Phyllopoda.* Blattfüsser.

Der dünnhäutige Körper meist mit einer schildförmigen oder zweiklappigen Schale versehen. Der Abdomen trägt 10 bis 60 Paare blattförmiger Schwimmfüsse mit Kiemenanhängen.

Apus. Branchipus. Artemia. Estheria.

III. Familie. *Cladocera.* Wasserflöhe.

Der grosse Kopf mit der rudimentären Brust zu einem helmförmigen Cephalothorax verwachsen. Abdomen mit 4 bis 6 Kiemenfusspaaren. Postabdomen ungegliedert, am Ende meist mit klauenförmigen Fortsätzen. Schliessen sich an *Estheria*.

Daphnia. Polyphemus. Leptodora.

4. Ordnung. *Poecilopoda.* Schildkrebse. Sind von einem grossen halbmondförmigen Cephalothorax-Schilde und einem Abdominalschilde bedeckt. Auf jenem zwei sessile zusammengesetzte Augen. Am Abdomen ist ein starker Schwanzstachel eingelenkt, Fühler (?) und die darauf folgenden, auf der Mundöffnung stehenden Gliedmassen beinförmig, Scherentragend. Die Hüftglieder kauen. Abdominalbeine mit Kiemenblättern.

Limulus (Familie d. Xiphosuren).

Mit ihnen, und nicht, wie man früher meinte, mit den Phyllopoden scheinen die *Trilobiten* näher verwandt zu sein. Grosser Kopfschild mit zusammengesetzten Augen, aber ohne Ocellen, welche sich bei den Poecilopoden finden. 4 Paar den Mund umgebende Gehfüsse, Thoracal- und Abdominalsegmente mit je 1 Paar Gehfüssen, daran verschiedene Kiemenanhänge. Körper durch 2 parallele, über den Rücken sich ziehende Längseindrücke der Quere nach dreitheilig. Nur fossil bis zur Kohle.

Asaphus. Calymene.

5. **Ordnung**[1]). *Amphipoda.* Flohkrebse. Gliederung wie bei den Isopoden. Die Kiemen sind lamellöse Anhänge der mittleren Gangbeine.

I. Familiengruppe. *Laemodipoda.* Kehlfüsser.

Postabdomen ganz rudimentär.

Cyamus. Caprella.

II. Familiengruppe. *Amphipoda s. str.*

Postabdomen deutlich entwickelt und Beine tragend.

Phronima. Corophium. Gammarus, Flohkrebs.

6. **Ordnung.** *Isopoda.* Asseln. Kopf mit dem ersten Brustringe mehr oder weniger verschmolzen; die beiden folgenden Brust- und die Hinterleibsringe frei. Die Gliedmaassen des Postabdomen sind in plattenförmige Kiemen verwandelt.

I. Familiengruppe. *Isopoda natatoria.* Schwimmasseln.

Die hinteren Afterfusspaare lamellenförmig, bilden mit dem Endring des Postabdomen eine Schwimmflosse.

II. Familiengruppe. *Isopoda ambulatoria.* Laufasseln.

Die hinteren Afterfusspaare sind griffel- oder deckelförmig gestaltet.

Oniscus. Asellus. Idotea.

Die merkwürdige Gattung *Cuma* gleicht in ihren ersten Entwicklungsstadien den Isopoden. Die spätere äussere Form nähert sich einigermassen derjenigen der Decapoden. Das ausgebildete Thier hat nur ein sitzendes Auge, jederseits am Cephalothorax eine Kieme, und eine Bruttasche an den Beinen des Postabdomen.

7. **Ordnung.** *Decapoda.* Zehnfüsser. Die Augen auf beweglichen Stielen. Der Kopf ist mit dem verkümmerten Brusttheile und dem vorderen Theile des Hinterleibes oberhalb zu einem Cephalothorax verschmolzen. Die drei Brustgliedmaassen sind zu accessorischen Mundtheilen oder Kieferfüssen umgestaltet.

---

1) Die folgenden Ordnungen werden auch als *Malacostraca* zusammengefasst, die Flohkrebse und Asseln, mit sitzenden Augen *Edriophthalmata*, die Zehnfüsser aber *Podophthalmata*, stieläugige Krebse genannt.

A. *Stomatopoda.* Maulfüsser.

Die Kiemen sind büschelförmig und liegen frei entweder an der Basis der Postabdominal-Beine oder der Cephalothoraxbeine. Zuweilen fehlen sie. Die hinteren Kieferfüsse sind in Form und Lage von den ersten Cephalothoraxbeinen nicht verschieden.

Mysis. Squilla.

B. *Decapoda s. str.*

Die von den beiden hinteren Maxillarfusspaaren und den fünf Beinpaaren entspringenden blättrigen Kiemen liegen jederseits in einer Höhlung des Cephalothorax.

I. Familiengruppe. *Macrura.* Langschwänze.

Postabdomen stark entwickelt, so lang oder länger als der Cephalothorax, mit Rudergliedmaassen. Aeusseres Kieferfusspaar beinförmig.

Caridina. Garnelen. *Penaeus. Palaemon. Crangon.*
Astacina. Krebse. *Homarus. Astacus.*
Loricata. Panzerkrebse. *Scyllarus. Palinurus.*

II. Familiengruppe. *Anomura.* Mittelkrebse.

Postabdomen von geringerer Grösse, ohne Gliedmaassen, die zur Bewegung dienen. Das letzte oder die zwei letzten Paare der Gangbeine verkümmert. Aeusseres Kieferfusspaar beinförmig.

Galathea. Pagurus. Lithodes. Aus *Pagurus* ist *Birgus* hervorgegangen.

III. Familiengruppe. *Brachyura.* Kurzschwänze.

Postabdomen kurz, unter den Cephalothorax eingeschlagen, mit fadenförmigen Beinanhängen.

Oxystomata. Calappa. Dorippe.
Cancrina. Dromia. Maja. Cancer. Carcinus. Pinnotheres.

II. Arachnoidea. Spinnenartige Thiere.

Der Kopf ist mit dem Bruststück verwachsen. An diesem Cephalothorax steht ein Paar Oberkiefer (Kieferfühler); von einem zweiten Kieferpaare sind wesentlich nur die Taster entwickelt. Dann folgen vier Beinpaare. Das Abdomen trägt nie Gliedmaassen. Die Athmungsorgane sind Tracheen.

1. Ordnung. *Arthrogastra.* Gliedleibige. Hinterleib sitzend (d. h. mit seiner ganzen Breite dem Kopfbruststück angewachsen), deutlich gegliedert.

Die Abtheilung enthält mehrere Unterordnungen und Gruppen, als deren Repräsentanten folgende Gattungen betrachtet werden mögen: *Solpuga. Phalangium. Phrynus. Chelifer. Scorpio.*

2. Ordnung. *Araneina.* Spinnen i. e. S. Beissende Mundtheile. Hinterleib ungegliedert, gestielt. Ausser den röhrenförmigen Tracheen athmen sie auch durch blattförmige, sogenannte Lungen.

I. Familie. *Dipneumones.* Zweilunger.

Mit zwei Lungensäcken. Die (einfachen) Augen, 6 oder 8, entfernt von einander stehend. Sie zerfallen in 2 Gruppen, *Vagabundae*, welche keine Fangnetze machen und ihre Beute jagen (*Salticus*, *Lycosa*) und *Sedentariae*, welche in selbstgefertigtem Gewebe ihre Beute fangen. (*Epeira*, *Tegenaria*).

II. Familie. *Tetrapneumones.* Vierlunger.

Mit 4 Lungensäcken. *Mygale.*

3. Ordnung. *Acarina.* Milben. Mundtheile beissend oder durch Verwachsen der Maxillen saugend. Hinterleib ungegliedert, mit dem Kopfbruststück verschmolzen. Meist ist jedoch der Kopf mehr oder minder deutlich als *rostrum* abgesetzt.

Sie gehen durch eine ganze Reihe frei lebender oder nur gelegentlich oder äusserlich schmarotzender Familien in mehr und mehr verkümmernde, in ihre Wirthe tiefer eindringende Formen über. *Hydrachna. Ixodes. Gammasus. Atax. Sarcoptes* (*S. scabiei* — Krätzmilbe d. Menschen). *Demodex* (*D. folliculorum* — in den Haarbalgdrüsen in der Haut des Menschen.)

Als wahrscheinliche Verwandte schliessen sich an die *Tardigrada* (Bärthierchen) und *Pycnogonida* (Asselspinnen). *Pycnogonum. Nymphon.*

Ein nur in den ersten Jugendzuständen an den Arthropodentypus und an die Milben erinnernder Schmarotzer ist *Pentastomum* (als Ordnung *Linguatulina*). Darunter *P. taenioides*, geschlechtsreif in der Rachen- und Nasenhöhle des Hundes, als Larve (*P. denticulatum*) in Lunge und Leber des Kaninchen.

III. Myriopoda. Tausendfüsser.

Durch Tracheen athmende (mit Ausnahme von *Scutigera*?), gestreckte Arthropoden mit gleichartigen Segmenten. 1 Paar Fühler. Ihre sogenannten Oberkiefer sind, zum Theil wenigstens, Cuticularbildungen des Schlundes. Beine bis zum letzten Segment.

1. Ordnung. *Chilopoda.* Flach. Die beiden ersten Fusspaare als Hülfskiefer. An jedem Segment nur ein Bein. Geschlechtsöffnungen am Hinterende.

Scolopendra. Cryptops. Lithobius. Geophilus. Scutigera.

2. Ordnung. *Chilognatha.* Meist drehrund. Sogenannte Oberkiefer mit 2 freien grossen Chitinzähnen. Die 2 Paar eigentlichen Kiefer zu einem lippenartigen Gebilde verwachsen. An jedem Segment, mit Ausnahme der 3 vorderen, 2 Paar Beine. Geschlechtsöffnungen am Hüftgliede des 3. Beinpaares.

Julus. Polydesmus. Glomeris.

IV. Insecta. Kerfa.

Kopf deutlich getrennt vom Thorax. Dieser trägt drei Paar Beine und meist zwei Paar Flügel. Hinterleib gegliedert, ohne Gliedmaassen. Athmung durch Tracheen.

Den Zustand des Insectes in der Periode nach dem Auskriechen aus dem Ei bezeichnet man als den der Larve. Ist dieselbe dem entwickelten Insect (Imago) von vornherein ähnlich, indem sie sich durch die schon früh auftretenden Flügelansätze nach den Häutungen ihm mehr und mehr nähert und schliesslich durch die letzte Häutung unmittelbar und ohne einen Zwischenzustand der Ruhe in die Imago übergeht, so heisst dieser Vorgang unvollkommene Verwandlung. Ist aber die Larve von wesentlich verschiedener Form und geht sie in den ruhenden Zustand der Puppe über, welche durch eine letzte Häutung zur Imago wird, so hat man die vollkommene Verwandlung vor sich. Die neueren Ergebnisse der Entwicklungsgeschichte haben jedoch gezeigt, dass die hiermit bezeichneten Unterschiede für die Systematik nicht von jener tieferen Bedeutung sind, welche man früher damit verband, und dass bei sonstiger Uebereinstimmung hinsichtlich der äusserlichen „vollkommnen" oder „unvollkommnen" Verwandlung viel durchgreifendere innere Vorgänge stattfinden können. Individuelle und historische Entwicklung liefern auch hier den Beweis, dass die Kerfe mit kauenden Mundwerkzeugen den zum Parasitismus neigenden Ordnungen mit Saugwerkzeugen voraus gehen.

1. **Ordnung.** *Neuroptera.* Netzflügler. Mundtheile beissend, bei manchen verkümmernd. Vorder- und Hinterflügel häutig, feiner genetzt. Verwandlung ungleich.

I. Unterordnung. *Amphibiotica.*

Die im Wasser lebenden Larven haben blattförmige, kiemenartige Anhänge (Kiementracheen), welche Luft absorbiren und den innern Athmungsröhren zuführen.

Ephemeridae. Perlariae. Libellulidae (Eintagsfliegen. Perlfliegen. Wasserjungfern).

II. Unterordnung. *Planipennia.*

Beide Flügelpaare gleichartig, Hinterflügel niemals faltbar. Mundtheile vollständig ausgebildet.

Panorpa. Rhaphidia. Hemerobius. Myrmeleon. Scorpionfl. Schmalhaft. Landjungfer. Ameisenlöwe.)

III. Unterordnung. *Phryganodea.*

Flügel behaart oder beschuppt, ungleichartig, die hinteren meist faltbar. Mundtheile verkümmert. Die Larven leben im Wasser in selbstgefertigten Gehäusen.

Phryganea. Köcherfliege.

IV. Unterordnung. *Strepsiptera.* Schraubenflügler.

Eine kleine, sowohl durch ihren Bau, als die Lebensweise sehr merkwürdige Gruppe, die von einigen Entomologen den Käfern beigezählt, von anderen als selbständige Gruppe behandelt wird. Die Weibchen sind ungeflügelt, wurmartig, die Vorderflügel der Männchen rudimentär. Die Larven leben parasitisch im Hinterleibe von Hymenopteren.

Xenos. Stylops.

Unklar sind vor der Hand noch die Beziehungen einiger anderer, jedenfalls niederer und wohl an ältere Zweige sich anschliessender Gruppen, wie der Blasenfüsse (*Physopoda*) und Lappenschwänze (*Thysanura*), an welche auch (nach Ryder und Packard jr.) die äusserlich einer Scolopendride sehr ähnliche Gattung *Scolopendrella* sich anzuschliessen scheint.

2. **Ordnung.** *Orthoptera.* Geradflügler. Die lederartigen Vorderflügel dienen ähnlich, wie bei den Käfern, als Decken der Hinterflügel. Mundtheile beissend. Ohne Verwandlung oder mit unvollkommener Verwandlung. In allen Stadien Landbewohner.

a) *Saltatoria.* Körper walzig. Hinterschenkel verdickt. *Acridioden. Locustina. Grylloden.* (Heuschrecken. Grillen.

b) *Gressoria.* Langgestreckt. Prothorax meist in die Länge gezogen, Vorderbeine zu Raubbeinen umgestaltet. *Mantis. Bacillus. Phyllium.* (Gottesanbeterin. Stabheuschrecke. Blatth.)

c. *Cursoria.* Körper flach. Beine gleichmässig. *Blatta. Periplaneta* (Schabe).

Diesen eigentlichen Geradflüglern schliessen sich an die Termiten, obwohl beide Flügelpaare gleichgebildet sind. Bei ihnen kommen neben den geschlechtlich entwickelten geflügelten Individuen zwei sogenannte ungeschlechtliche ungeflügelte Formen vor, unvollständig entwickelte ♂ und ♀.

Eine andere, vielleicht auch hier anzufügende Gruppe sind die Ohrwürmer, *Forficulina.*

3. **Ordnung.** *Coleoptera.* Käfer. Verwandlung vollkommen. Mundtheile beissend. Prothorax frei, stark entwickelt. Vorderflügel als Flügeldecken hart und hornig.

Um die zahlreichen Familien einigermassen zu gruppiren, hat man seine Zuflucht zur Zahl der die letzte Abtheilung des Beines (*tarsus*) bildenden Glieder genommen.

A. *Cryptotetramera.*

Das vorletzte der vier Tarsalglieder klein und verborgen.

Coccinellidae. Fungicolae. (Kugel-, Pilzkäfer).

B. *Cryptopentamera.*

Das vorletzte der fünf Tarsalglieder klein und verborgen.

Chrysomelinae. Longicornia. Bostrichidae. Curculionina. (Blattk. Bockk. Borkenk. Rüsselkäfer.)

C. *Heteromera.*

Die beiden vorderen Beinpaare mit fünf, das dritte Beinpaar mit vier Tarsalgliedern.

Vesicantia (Cantharis. Meloe.) Melanosomata (Blasenzieher. Schwarzflügler).

D. *Pentamera.*

Tarsen aller Beine fünfgliederig (mit Ausnahme einiger kleinen Gruppen, deren Trennung von den ihnen sonst verwandten Pentameren unnatürlich wäre).

Malacoderma (Lampyris). Elateridae. Buprestidae. Lamellicornia. Dermestini (Dermestes). Staphylinidae. Palpicornia (Hydrophilus). Dyticidae. Carabidae. (Weichflügler. Springk. Prachtk. Blatthörnige. Speckk. Kurzflügler. Schwimmk. Wasserk. Laufk.

4. **Ordnung**. *Hymenoptera.* Hautflügler. Verwandlung vollkommen. Mundtheile beissend. Prothorax klein, ringförmig, wenigstens mit dem Rückentheil fest verwachsen. Vorder- und Hinterflügel häutig.

I. Familiengruppe. *Phytophaga.* Pflanzenwespen.

Weibchen mit sägeartigem Legebohrer. Hinterleib sitzend. Larven phytophag, mit deutlichen Beinen, meist raupenförmig.

Sirex. Tenthredo.

II. Familiengruppe. *Entomophaga.* Schlupfwespen.

Weibchen mit einem von zwei seitlichen Klappen umgebenen Legebohrer versehen. Hinterleib gestielt. Die Eier werden in die Larven anderer Insecten abgelegt, in deren Leibeshöhle die fuss- und afterlosen Larven schmarotzen.

Der Stamm bildet die Familie *Ichneumonidae.* An die Thierschmarotzer schliessen sich die *Cynipidae*, Gallwespen an, deren meiste Gattungen allerdings ihre Eier in Pflanzen ablegen, Gallen erzeugend, während doch einige dieselben auf die Larven anderer Insecten absetzen.

III. Familiengruppe. *Aculeata.* Stechimmen.

Weibchen mit einem durchbohrten, mit einer Giftblase in Verbindung stehenden Stachel bewehrt. Die Larven werden meist in eigenen Nestern oder Zellen gefüttert. Die Larven sind fuss- und afterlos.

Formica. Oxybelus. Vespa. Bombus. Apis.

5. **Ordnung.** *Hèmiptera.* Halbflügler. Verwandlung unvollkommen. Der erste Brustring — Prothorax — frei, d. h. nicht mit den beiden anderen, mit einander verschmolzenen Brustringen verwachsen. Mundtheile saugend.

A. *Homoptera.*

Beide Flügelpaare liegen in der Ruhe dem Körper schräg, dachförmig an. Mehrere Familien flügellos.

I. Familiengruppe. *Cicadina.* Cicaden.

Sie bilden den Stamm der Unterabtheilung *Homoptera*, wo die Charaktere am constantesten ausgeprägt sind. Es sind kleine, meist mittelgrosse Insecten, die sich durch eigenthümliche Bildung, Auswüchse, Höcker und Leisten an Kopf oder Thorax auszeichnen.

Ein paukenartiger Stimmapparat jederseits an der Basis des Hinterleibes ist der Gattung *Cicada* und Verwandten eigen.

Fulgora, Laternenträger. *Tettigonia.*

II. Familiengruppe. *Phytophthires.* Pflanzenläuse.

Kleine Insecten, auf bestimmte Pflanzen angewiesen, deren Säfte sie saugen.

Coccus. Chermes. Aphis.

III. Familiengruppe. *Parasitica.* Läuse.

Flügellos. Thorax klein, undeutlich gegliedert. Lebensweise parasitisch auf Thieren. Beissende Mundtheile haben die Pelzfresser den übrigen Hemiptern mehr analoge die Läuse.

B. *Heteroptera.* Wanzen.

Beide Flügelpaare liegen in der Ruhe dem Körper horizontal auf, die Hinterflügel von den vorderen bedeckt. Der hintere Theil der letzteren ist häutig, der vordere lederartig (*hemielytra*).

I. Familiengruppe. *Hydrocores.* Wasserwanzen.

Notonecta. Nepa. Hydrometra.

II. Famliengruppe. *Geocores.* Landwanzen.

Acanthia. Pentatoma.

6. **Ordnung.** *Diptera.* Zweiflügler. (Fliegen und Mücken.) Verwandlung vollkommen. Mundtheile saugend. Prothorax verwachsen, ringförmig. Vorderflügel häutig, die Hinterflügel zu Schwingkolben (*Halteres*) verkümmert. Die Weibchen legen Eier oder gebären Larven, welche soeben dem Ei entschlüpft sind.

I. Familiengruppe.

Die Larven verpuppen sich innerhalb ihrer erhärtenden Körperhaut (*Pupa coarctata*).

Hierher gehört die artenreichste Familie, die der Fliegen, *Muscariae;* dann die der *Stratiomyidae* und *Syrphidae.*

II. Familiengruppe.

Die Larven verwandeln sich nach Abwerfung ihrer Körperhaut in eine schmetterlingsartige Puppe *(Pupa obtecta).* Unter den zahlreichen Familien sind als bekanntere herauszuheben die der *Tabanina, Tipulariae.* (Bremsen. Mücken.)

7. **Ordnung.** *Suctoria.* Flöhe. Saugröhre, gebildet von der Unterlippe, den darin liegenden Mandibeln und einer Stechborste (Epipharynx?). Daneben die frei stehenden Maxillen mit Tastern. Thoracalsegmente getrennt. Augen einfach. Antennen dreigliedrig. Keine Flügel, aber am Metathorax ein paar flügelartige Schuppen. Verwandlung vollkommen.

Sarcopsylla, Sandfloh. *Pulex,* Floh.

8. **Ordnung.** *Lepidoptera.* Schmetterlinge. Verwandlung vollkommen. Mundtheile saugend. Prothorax verwachsen, ringförmig. Vorder- und Hinterflügel häutig, dicht farbig beschuppt.

A. *Macrolepidoptera.* Gross-Schmetterlinge.

Man benennt so die Familien der grösseren, durch die geringere Entwicklung ihres Flügelgeäders von der zweiten Abtheilung unterschiedenen Schmetterlinge. *Diurna. Sphingidae. Bombycidae. Noctuina. Geometridae.* (Tagfalter. Schwärmer. Spinner. Eulen. Spanner.)

B. *Microlepidoptera.* Motten.

Pyralidae. Tineidae. Pterophoridae. (Zünsler. Schaben. Federmotten.)

Den Gliederthieren verwandt, nicht unwahrscheinlich ein Rest von Urgliederthieren, ist die wurmförmige Gattung *Peripatus (P. capensis).* Tracheenbüschel zerstreut; Stigmata über den ganzen Körper zerstreut. Muskeln nicht quergestreift. Segmentalorgane. Bauchmark in zwei seitliche Stränge gespalten, mit kleinen Ganglien-Anschwellungen. (Fig. 34.)

Fig. 34. *Peripatus Capensis,* nat. Gr. (n. Moseley).

Das Hautskelet der Arthropoden. Die Hautbedeckungen der Arthropoden bestehen nach innen aus einer deutlich zelligen oder auch protoplasmatischen, aber kernhaltigen Matrix — Hypodermis — und nach aussen aus einer homogenen Cuticular-Abscheidung, welche als Chitin uns schon bei den Würmern begegnet ist. Es richtet sich natürlich nach der Dicke der Chitinschicht die Härte und die Widerstandsfähigkeit gegen Kalilauge. Andererseits wird namentlich bei den Crustern durch Absatz kohlensauren und phosphorsauren Kalkes die Härtung gesteigert. Auch nach innen werden von jener Matrix oft Fortsätze abgegeben zur Befestigung der Eingeweide und Verbindung derselben, ohne das je ein wirkliches inneres Skelet entstände.

Der Körper der Gliederthiere besteht also äusserlich aus einzelnen Ringen oder Segmenten, auch Metameren genannt, und deren Anhängen mit folgenden Theilen:

1) die Rückenplatte *(notum, tergum, tergite)*,
2) die Bauchplatte *(sternum, sternite)*,
3—4) die Rücken-Seitenplatten *(epimera, epimerites)*,
5—6) die Bauch-Seitenplatten *(episterna, episternites)*,
7—8) die Rückenanhänge *(tergorhabdites)*,
9—10) die Bauchanhänge *(sternorhabdites)*.

Der Entwicklung der Segmente ist aber der grösste Spielraum gegeben, indem sowohl die Anhänge sich in verschiedenartigster Weise und zu sehr mannichfaltigen Zwecken entfalten oder ganz fehlen, als auch die Segmentplatten selbst einzeln oder paarweise atrophiren oder auffallend gestaltet werden können.

Gegensätzlich zu den Ringelwürmern gruppiren sich die Segmente der Arthrozoen zu besonderen, in der Regel deutlich geschiedenen und durch die Art der Anhänge characterisirten Körperabschnitten. Diese sind:

der Vorderkopf, gebildet durch das Segment der vorderen Antennen. Es ist auch den zusammengesetzten Augen ein Segment vindicirt worden, welche durch den beweglichen Augenstiel der Decapoden in die Reihe der Gliedmassen zu treten scheinen. Allein die Entwicklungsgeschichte ist dieser Auffassung nicht günstig. Die Gränze zwischen Vorder- und Hinterkopf ist die Mundöffnung und die Oberlippe, welche kein paariger Anhang ist[1]);

1) Andeutungen, dass die Oberlippe dennoch einem Gliedmaassenpaare entspreche, findet sich bei einigen Insecten.

der Hinterkopf, dessen Zusammensetzung aus einzelnen Segmenten fast nur durch die Anhänge, nämlich die hinteren Antennen, die Oberkiefer und zwei Paar Unterkiefer verrathen wird;

die Brust, wird ausnamslos durch drei Segmente gebildet;

der Leib *(abdomen)* mit sehr wechselnder Zahl der Segmente;

der Hinterleib *(postabdomen)*, der ausgebildet ist nur bei einigen Ordnungen der Arachniden und dem grössten Theile der Crustaceen.

Die morphologische Indentität aller der Anhänge, welche die beschreibende Zoologie als Antennen, Augen? Fresswerkzeuge, Beine, Afterfüsse, Haftorgane, Hülfsbegattungswerkzeuge, Afterspitzen u. s. w. aufführt, wird theils durch die Entwicklungsgeschichte, theils durch die Vergleichung der fertigen Organe bewiesen. So geben z. B. die Larven der Entomastraka einen sehr interessanten Beweis für die morphologische Gleichheit der Antennen, Kiefern und Füsse. Sie besitzen 3 Paar Bewegungsorgane. Das erste wird zu den grossen Ruderantennen, das zweite zum zweiten kleineren Antennenpaar, aus dem dritten Gliedmassenpaar der Larve gehen die Mandibeln hervor. Die Maxillen aber und Maxillarfüsse entstehen aus lappenförmigen oder normal gliedmassenartigen Anhängen der Larve.

Die Flügel der Insecten sind zwar auch, gleich Antennen und Beinen, Hautausstülpungen, gehen jedoch nicht, wie diese, aus den ersten Keimanlagen unmittelbar hervor, sind also morphologich ihnen nicht gleichwerthig. Am ersten lassen sie sich wohl den schildförmigen Verbreiterungen am Bruststück vieler Crustaceen und den Seitenwölbungen am Cephalothorax der Decapoden vergleichen.

Ob diese Theile jedoch als Homologa aufzufassen seien, bleibt so lange zweifelhaft, als nicht die Abstammung der Insecten aus den Krebsen erwiesen. Bei der ausserordentlichen Mannichfaltigkeit der Segmentirung der letzteren gegenüber der Geschlossenheit des heutigen Bestandes der Insecten ist es für den Anfänger rathsam, von der genaueren Betrachtung des Hautskelets dieser letzteren auszugehen.

Das Hautskelet der Insecten.

Körperabschnitte. Der Brusttheil ist immer bestimmt gegen Kopf und Leib abgesetzt. Eine scharfe Gränze zwischen Vorder- und Hinterkopf ist nicht vorhanden. Die Antennen würden

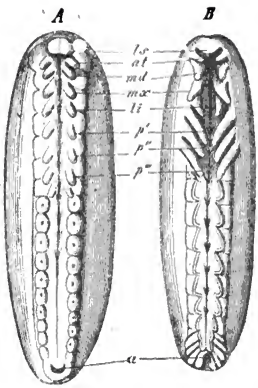


Fig. 35. Zwei Entwicklungsstadien von *Hydrophilus piceus* (n. Kowalevsky). *ls* Oberlippe; *at* Antenne; *md* Mandibel; *mx* Maxille; *li* Unterlippe; *p' p'' p'''* Füsse; *a* After.

ihrer embryonalen Anlage und Stellung nach den äusseren Antennen der Crustaceen entsprechen. Sie rücken jedoch im Verlaufe der Verwandlung in eine Stellung, welche derjenigen der inneren Antennen der Crustaceen entspricht. (Fig. 35).

Ein Postabdomen fehlt den Insecten durchweg. Das Abdomen wechselt zwischen acht und elf Segmenten, von denen in der Regel die letzten sehr auffallende Veränderungen erleiden. Nur in dieser Region der After- und Genitalöffnung finden sich Bildungen, die als die oben im Schema aufgeführten Rückenanhänge und Bauchanhänge gedeutet werden können.

Das vergleichend-anatomische und morphologische Interesse concentrirt sich daher auf die Kopfanhänge, namentlich also die Mundtheile, und auf das Leibesende mit den Hülfsbegattungswerkzeugen.

Die Mundtheile. Ob die Oberlippe *(labrum)* einem Gliedmaassenpaare homolog, ist zweifelhaft. Der selten vorkommende Epipharynx an der Basis der Oberlippe und der mitunter an der Basis der Unterlippe sitzende Hypopharynx scheinen nichts Anderes als Ausstülpungen der Mundwandungen zu sein. So bleiben drei Gliedmaassenpaare, die sehr einfachen Oberkiefer (*mandibulae*), die Unterkiefer *(maxillae)* und die Unterlippe (*labium).* Letztere entsteht bei den Diptern und Hemiptern entschieden durch eine mehr oder minder ausgedehnte Verwachsung des embryonalen zweiten Maxillarpaares. (Fig. 36). An Maxillen und Unterlippe sind folgende Theile mehr oder weniger kenntlich vorhanden, mitunter theilweise verschmolzen oder ganz ausfallend: als Angel und Stiel die Glieder *cardo* und *stipes* (*submentum* und *mentum*). Am oberen Ende trägt nach aussen eine Tasterschuppe den Taster *(palpus)*, ein anderes nach innen liegendes Stück die innere Lade *(lobus internus)* und die äussere Lade (*lobus externus*).

Hymenoptera.

Oberlippe und Oberkiefer verhalten sich wie bei den kauenden Insekten; Unterkiefer und Unterlippe sind mehr oder weniger verlängert und zum Saugen geschickt. Dies am meisten bei den Bienen. Die langen sägeförmigen oder schwertförmigen Endstücke der Maxillen vertreten beide Laden. Was die beschreibende Zoologie Zunge *(ligula)* nennt), entspricht den vereinigten inneren Laden der Unterlippen, an deren Basis nach innen die immer eingliedrigen äusseren Laden *(paraglossae)* und nach aussen die mehrgliedrigen Labialtaster liegen.

Sehr instructiv ist die Unterlippe der Wespen, deren Mundtheile sich denen der kauenden Insekten sehr nähern. Sie ist vierlappig; die beiden äusseren Lappen sind die *paraglossae* der Bienen, die beiden inneren die Zunge.

Fig. 36. Kopf der Feldgrille, linke Hälfte, v. unten (n. Muhr). *L* Kehle; *m* Kinn; *abcd* Unterlippe; *a* Cardo; *b* innere Lade; *c* äussere Lade; *d* Taster; *FABCD* Unterkiefer; *F* Stipes; *A* Cardo; *B* innere Lade; *C* äussere Lade; *D* Taster; *md* Oberkiefer; *ls* Oberlippe; *n* Antenne.

Hemiptera.

Ihr Saugorgan (Schnabel) ist sehr übereinstimmend in allen Familien. Die Unterlippe formt eine gegliederte Scheide, deren Basis oben durch die verlängerte Oberlippe gedeckt wird, und welche vier Borsten, Mandibeln und Maxillen einschliesst. Die Taster fehlen ganz, auch Theile, welche eine strenge Vergleichung mit Epipharynx und Hypopharynx aushielten.

Diptera.

Die Scheide des Diptern-Rüssels ist die Unterlippe: ihre Basis *(submentum)* macht ein Knie mit dem Stiel *(mentum)*, an

dem die Endlippen sitzen, die mit einander verwachsenen Laden. Die Lippentaster fehlen. In der Scheide liegen zwei bis sechs Borsten, sechs, wenn die Oberlippe auch borstenförmig wird, dazu die Mandibeln, Maxillen und Hypopharynx. So bei den Culiciden und Tabaniden. Die Maxillentaster vorhanden. An den den Unterkiefern entsprechenden Borsten sind oft die beiden Basaltheile zu unterscheiden; die Laden verschmelzen.

Bei den von den eigentlichen Diptern abweichenden Pupiparen ist auch der Saugrüssel ein anderer. Die Maxillen bilden eine Scheide, worin als borstenförmige Theile des eigentlichen Saugapparates Oberlippe, Unterlippe und Hypopharynx liegen *(Hippobosca. Ornithomyia)*. Den beiden die Scheide bildenden Klappen ähnlich sind die Maxillen der *Aphaniptera (Pulex)*, an denen sich auch lange Taster vorfinden, die dort fehlen.

Lepidoptera.

Die Maxillen bilden den Saugrüssel, alle übrigen Mundtheile behalten die bei den nagenden Insekten gewöhnliche Form, sind aber mehr oder weniger rudimentär, mit Ausnahme der stark entwickelten Labialtaster. Da die Maxillen kleine Taster tragen, so ist durch diese Gränze angezeigt, dass der fadenförmige Theil einer lang ausgezogenen Lade, die Basis den mit einander verschmolzenen Grundstücken entspricht. Bei Schmetterlingen aus verschiedenen Familien verwandeln sich an der Rüsselspitze die ringförmigen Wülste, aus denen die Haarschafte aufsteigen, unter Verkürzung dieser Schafte zu gezähnelten Cylindern zum Anstechen und Aufreissen der Honig haltenden Zellen. (Convergenz aus gleichen Ursachen.) (Fig. 37.)

Fig. 37. Schmetterlings-Rüssel, Querschnitt (n. Graber). *a b* Nähte der rinnenförmigen Unterkiefer; *c* Rüsselkanal; *d* Tracheen; *m* Muskeln.

Das Bisherige wird zur Orientirung für den Anfänger hinreichen. Am abweichendsten sind die Mundwerkzeuge der Pediculinen. An den Larven derselben kann man deutlich die drei Paare

unterscheiden. Später werden sie reducirt. Die Maxillen verwachsen zu einer breiten Platte mit einer Einkerbung. Die Unterlippe schwindet ganz und schliesslich sind in dem zu einer Rinne und Rüsselscheide gestalteten Vorderkopfe die Oberkiefer als kaum bemerkbare Leisten und die Unterkiefer mit schwach chitinisirten Endspitzen zu erkennen. Das Abdominalskelet der weiblichen Insekten. Die Zahl der Segmente schwankt zwischen acht und elf. Acht besitzen die *Lepidoptera,* scheinbar auch die *Hymenoptera,* bei denen sich jedoch ein, eigentlich dem Abdomen zugehöriges Segment mit dem Thorax verbunden. Neun Segmente haben die *Coleoptera,* auch *Pulex;* zehn einige *Hemiptera;* elf ein Theil der *Hemiptera* und *Diptera,* die *Thysanura,* viele *Neuroptera,* die *Orthoptera.*

In der Regel fehlen die Bauchstücke der vorderen Segmente wegen stärkerer Entwicklung der unteren Brusttheile; bei manchen Schwimm- und Laufkäfern drei.

Mit Ausnahme der *Hymenoptera* und *Hemiptera homoptera,* denen das achte Bauchstück fehlt und deren Scheidenöffnung hinter dem siebenten Bauchstück liegt, ist die Lage der Scheidenöffnung an der Bauchseite hinter dem achten Segmente fixirt. Die Analöffnung befindet sich bei den *Lepidoptera* unmittelbar oberhalb der Scheidenöffnung, da jede Andeutung weiterer hinterer Segmentstücke fehlt. Bei den anderen Ordnungen wird durch das Dazwischentreten des neunten, zehnten und auch elften Segmentes die Analöffnung mehr oder weniger von der Scheidenöffnung getrennt. Alle dazwischen liegenden, oft völlig umgestalteten Chitinstücke lassen sich auf die im Schema benannten Segmenttheile zurückführen, und namentlich lässt sich nachweisen, dass die äusseren Hülfs-Genitalorgane (Legestachel, Legesäbel, Legebohrer, Legeröhre, auch der Stachel der *Hymenoptera* [s. u. bei Giftdrüse]) nach einem Plane und fast immer nur aus den Theilen des neunten Abdominalsegmentes gebildet sind. Wir können hier nur einige Beispiele auswählen. So ist am Legesäbel von *Decticus verrucivorus*

die Analplatte = Rückenstück,
Epimeren = unbenannte kleine Verbindungsstücke,
Rückenanhänge = äussere styletförmige Stücke,
Bruststück = eigentliche Legescheide,
Episternen, Bauchanhänge } = Scheidenklappen.

Bei *Agrion virgo* sind alle Theile des neunten Segmentes vorhan-

den, die Bauchanhänge haben die Form einer Legesäge angenommen. Bei den *Coleoptera* entspricht die Analplatte dem Rückenstück, die Seitenstücke den Epimeren, die sogenannten Vaginalpalpen den Episternen, eine accessorische Platte dem Bruststück. Bei den *Coleoptera* und *Diptera* sind die letzten Segmente wieder in den Leib eingezogen und Cloakenrohr oder auch Scheide genannt worden. Endlich sei erwähnt, dass bei den *Lepidoptera* das siebente Segment eine auffallende Form angenommen hat, im Zusammenhange mit der Eigenthümlichkeit, dass hier hinter der Scheidenöffnung eine in die Begattungstasche führende, das männliche Begattungsorgan aufnehmende Oeffnung liegt.

Eine zusammenhängende Darstellung der ähnlichen Verhältnisse bei den männlichen Insekten ist zur Zeit noch ein Desiderat.

Aus der Entwicklung der Arachniden geht hervor, dass ihnen die die Augen und Antennen tragenden Segmente fehlen, und dass die gewöhnlich „Kieferfühler" genannten Fang- und Mundwerkzeuge wirkliche Mandibeln — Oberkiefer — sind. Ihre Ganglien entstehen gesondert und vereinigen sich erst später mit dem Supraösophageal-Ganglion. Die fünf folgenden paarigen Segmentanhänge sind ihrer Anlage nach vollkommen gleich; der erste wird zu einem Unterkiefer mit oft ausschliesslich oder mächtig entwickeltem Taster; die vier anderen geben die Beine. (Fig. 38.) Man

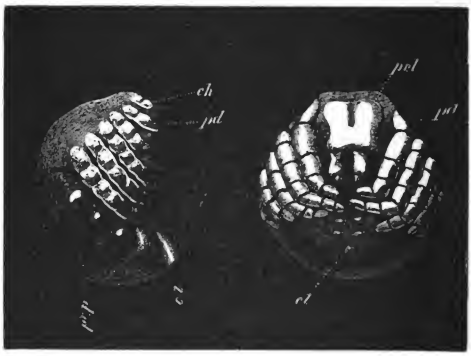


Fig. 38. Entwicklungsstadien einer Spinne, *Agelena labyrinthica* (n. Balfour). *prl* Scheitellappen; *ch* Oberkiefer; *pd* Unterkiefer (Palpen); *cl* Schwanzlappen; *pp* provisorische Anhänge.

kann das erste dieser Beinpaare der Unterlippe (zweiten Maxille) der Insekten gleich stellen, die Homologie ist aber bei der gänzlich veränderten Segmentirung des Vorderkörpers nicht geboten. (Balfour.)

Eben so wenig lassen sich die Mundwerkzeuge der Myriopoden auf diejenigen der Insekten beziehen. Die sogenannten Oberkiefer der Chilopoden sind Schlundgebilde, keine Gliedmaassen (n. Witte). Dasselbe muss ich von allen gleichnamigen Organen der Chilognathen behaupten. Sie verhalten sich also wie die paarigen Schlundzähne der Polychaeten). Die beiden ersten der postoralen Anhänge der Chilopoden (vgl. Fig. 39) verschmelzen mehr oder minder mit einander und werden oft in dieser Vereinigung 1. Maxille genannt. Die 3. und 4. geben die Maxillarfüsse und die Giftklauen. Bei den Chilognathen geht aus den beiden ersten postoralen paarigen Anlagen (und Umgebung?) das complicirte lippenartige Gebilde Fig. 40 hervor.

Nervensystem und Sinnesorgane. Auf das Nervensystem der Arthropoden sind wir durch dasjenige der Würmer und insbesondere der Annulaten vielfach vorbereitet; der Typus ist derselbe: Schlundring und Bauchganglienkette. Die grösste Variabilität kommt auf die letztere, indem sie in ihrer Entwicklung fast immer ein getreues Abbild der Körpergliederung ist. Neben diesen Haupttheilen und ihren peripherischen Ausstrahlungen machen sich aber noch zwei Systeme von Ganglien und Nerven geltend, wenn auch nicht in eben solcher Allgemeinheit. Daher sind nach einander zu betrachten a) Schlundring; b) Bauchganglienkette; c) das Schlundnervensystem; d) das System der sympathischen Nerven. (Fig. 39, 40.)

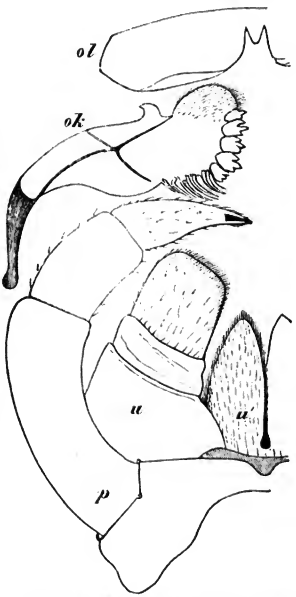


Fig. 39. Mundwerkzeuge von *Scolopendra* (*cingulata* nahe stehend). *ol* Oberlippe; *ok* Oberkiefer Autt.; *u'* erster eigentlicher Kiefer; *u* zweiter Kiefer; *p* erster Hülfskiefer. (*u' u p* sind die drei vordersten embryonal angelegten Gliedmaassenpaare, *ok* ist, nach Witte, ein später sich entwickelndes Schlundorgan.

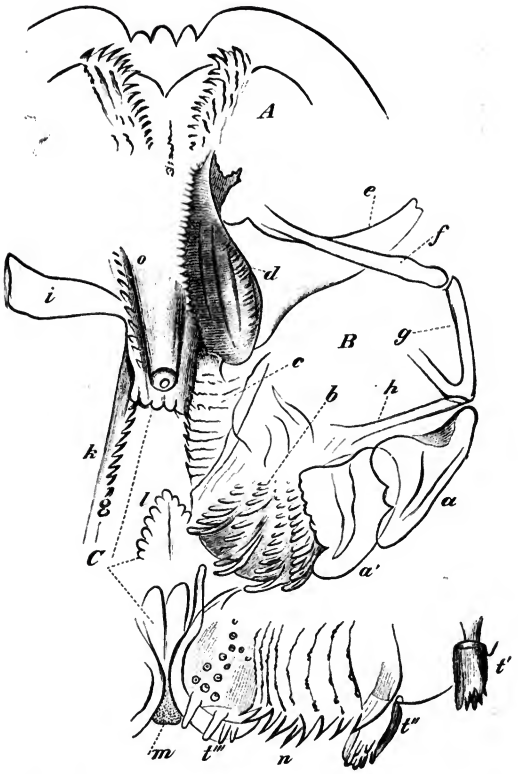


Fig. 40. Mundwerkzeuge von *Julus guttulatus*. *A* Oberlippe v. innen; *B* linker Oberkiefer v. oben; *a a'* die beiden Hauptzähne; *b* Zahnhechel; *c* vordere Bürste; *d* hintere Bürste; *e—h* Chitinstücke für den Ansatz der Muskeln. *C* Theile des sogenannten Unterkiefers; *t' t'' t'''* tasterähnliche Organe; *m* medianer weicher Tastlappen; *n* Zahnlamelle; *l k o* Zahnleisten und Reibeplatten (nach den Species sehr verschieden); *i* Chitinarm für Muskel-Ansatz.

a) Schlundring.

Vielleicht besteht bei manchen niederen Milben der Schlundring nur aus einem einfachen Markbande ohne Anschwellungen. Allein in den meisten Fällen heben sich von den seitlichen Com-

missuren als wichtigster Theil des Schlundringes die auf dem Schlunde liegenden beiden oberen Schlundganglien ab, mitunter z. B. bei manchen Entomostraken und *Daphnia,* zu einem scheinbar unpaarigen Ganglion verschmolzen, in der Regel durch eine Furche deutlich getrennt. Bei vielen höheren Arthropoden, namentlich Käfern und Hymenopteren treten an den oberen Schlundganglien besondere Lappen oder Anschwellungen auf, zunächst als Ursprungsstellen der für die Sinnesorgane bestimmten Nerven (Antennen- oder Riechlappen, Sehlappen), welche sogar die eigentlichen Ganglien an Grösse übertreffen können. Ganz eigenthümliche Anschwellungen der primären Knoten in entfernter Aehnlichkeit mit den „Hirnwindungen" der Wirbelthiere oder in Form radial gestreifter Scheiben kommen bei Ameisen, Bienen und Wespen vor und scheinen mit den so auffallend entwickelten seelischen Fähigkeiten dieser Thiere in Verbindung gebracht werden zu müssen[1]). (Fig. 41.)

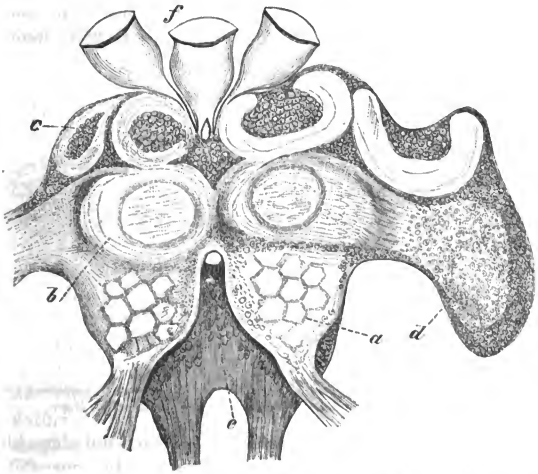


Fig. 41. Schlundring der Biene (n. Leydig). *a* Antennenlappen; *b* Hauptlappen; *c* Windungen; *d* Sehlappen; *e* unteres Schlundganglion; *f* Punktaugen.

Viel weniger variabel ist das untere Schlundganglien-

1) Das feinere Detail bei Dietl Die Organisation des Arthropodengehirns. Z. f. w. Zool. XXVII.

paar, welches auch so lange an Masse gegen das obere weit zurückzustehen pflegt, als es nicht durch Verschmelzung mit Theilen des Bauchmarkes sich verstärkt hat.

b) Die Bauchganglienkette.

Die Normalform der Bauchganglienkette ist die einer Strickleiter; so bleibt sie bei den Phyllopoden *Apus, Branchipus, Artemia.* So unendlich verschieden nun im Uebrigen die äussere Gliederung ausgesprochen ist, so vielfach variirt auch die Bauchkette, theils indem die zu einem Paare gehörigen Knoten in einen zusammenrücken, theils indem die Ganglienpaare sich einander nähern und verschmelzen oder ganz verschwinden. Und dieselben Verschmelzungen, welche durch die Ordnungen gehen, finden sich in dem Individuum in der Reihe seiner Metamorphose wieder. Behalten wir den letzteren Fall zunächst im Auge, weil er uns den Maassstab an die ähnlichen Verhältnisse legen lehrt; und zwar wird es ganz gleichgültig sein, aus welcher Thierklasse wir das Beispiel wählen. (Fig. 42.) An der Schmetterlingsraupe zählt man zwölf

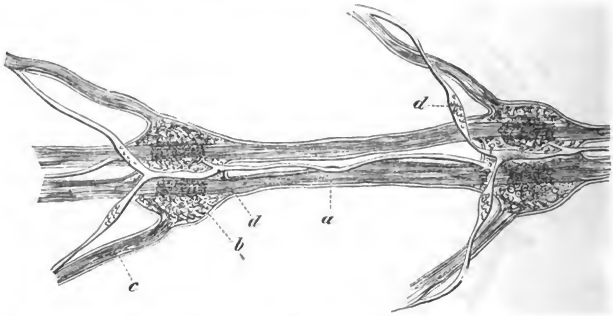


Fig. 42. Abschnitt aus der Bauchganglienkette von *Locusta viridissima* (n. Leydig). *a* Längsstränge; *b* Ganglion; *c* Seitennerv; *d* sympathischer Nerv.

Ringe, und ihnen entsprechen, ausser dem Gehirn mit dem kleinen *Ganglion infraoesophageum,* elf Bauchknoten. Im ausgebildeten Schmetterlinge, wo die Brustringe zum Thorax mit einander verbunden sind, sind auch die Brustganglien in gleichem Grade, zu zweien, verwachsen, und im Hinterleibe, dessen Bewegungsthätigkeit zurückgetreten, sind gleichfalls mehrere Ganglien zurückgetreten oder verschwunden. Gleicherweise sind in früheren Embryonalperioden

bei den meisten Arthropoden die Bauchstränge noch völlig getrennt wahrzunehmen, die später, so wie die Ganglien, sich vereinigen. Insofern man nun den Schmetterling für höher entwickelt hält als seine Raupe, scheint der Schluss gerechtfertigt, dass, je concentrirter die Bauchganglienkette, desto höher auch der systematische Rang des Thieres sei. So viel diese Ansicht für sich hat, erleidet die Regel doch grosse Beschränkungen. Es ist z. B. unstatthaft, innerhalb der niederen Krebse aus den Abtheilungen der Copepoden, Ostracoden und Daphniden aus dem Verhalten der Bauchkette systematische Schlüsse zu ziehen. Bei *Cythere* ist dieselbe wohl entwickelt, bei verwandten Gattungen dagegen fast ganz reducirt. *Astacus fluviatilis* hat mit dem *ganglion infraoesophageum* sechs Thoracal- und sechs Abdominalganglien. Bei vielen Krabben, z. B. *Cancer maenas*, ist dagegen das untere Schlundganglion mit den übrigen Anschwellungen der Kette zu einer Masse verschmolzen.

Es würde aber doch gewagt sein, sie im Allgemeinen für höher organisirt als die langschwänzigen Decapoden zu halten.

Ausser bei den Krebsen findet sich diese höchste Centralisirung noch bei den Spinnen und Zecken. Es kommen mehrere Ganglien hinzu, sobald die Körpergliederung äusserlich weiter bemerkbar ist; und so weist der Scorpion, an dessen gegliederten Leib sich ein gegliederter Hinterleib anschliesst, ausser dem grossen, aus der Verschmelzung mehrerer entstandenen Brustganglien noch eine Reihe nachfolgender Ganglien auf.

Was die Insekten betrifft, so können wir uns mit der Bemerkung begnügen, dass hier am constantesten ein durch Form und Grösse wenig ausgezeichnetes unteres Schlundganglion vorkommt, dann drei Thoraxganglien und eine Reihe von Abdominalganglien.

Die Nerven für die verschiedenen Organe entspringen im Allgemeinen aus den ihnen zunächst liegenden Ganglien; so aus dem unteren Schlundganglion die Nerven der Mundwerkzeuge und Palpen, die Fuss- und Flügelnerven aus den Thoracalganglien, während natürlich bei den Krabben und Spinnen das einzige grosse Brustganglion sämmtliche, vom Gehirn nicht versehene Partieen mit Nerven versorgt.

c) Das System der Schlundnerven.

Man hat vor Jahrzehnten den Gedanken ausgesprochen, das gesammte Nervensystem der Arthropoden entspräche dem sympathischen oder Eingeweide-Nervensystem der Wirbelthiere. Später ent-

deckte man bei Annulaten *(Hirudo)* und Gliederthieren einen theils unpaarigen, theils paarige Nerven, welche zwar im oberen Schlundganglion wurzeln, aber durch Einschaltung von kleinen Ganglien sich von den übrigen Hirnnerven unterscheiden. In ihnen glaubte man den Sympathicus gefunden zu haben. Sie vergleichen sich ihrer Function nach aber besser dem *nervus vagus*, da sie nur die vorderen Partieen des Nahrungskanals versehen. Beispiele bieten namentlich die Käfer.

d) Der sympathische Nerv.

Nachdem die Idee anfgetaucht und bald wieder aufgegeben war, die Bauchganglienkette der Arthropoden entspräche dem Sympathikus der Wirbelthiere, erblickte man das Analogon desselben in den unter c) eben abgehandelten Schlundnerven. Der eigentliche Sympathikus der Annulaten und Arthropoden (am genauesten untersucht bei Hirudo und verschiedenen Insekten) ist ein zwischen den beiden Längscommissuren des Bauchmarkes sich herabziehender medianer Nerv, der aus den einzelnen Ganglien der Bauchkette seine Wurzeln empfängt, kleine Ganglien bildet, und dessen Aeste in die Nerven der Bauchkette eingehen, um sich weiter nach aussen, an ihren mikroskopischen Elementen erkennbar, wieder von jenen abzusondern. „Bei den Wirbelthieren liegt der Sympathikus unterhalb des Rückenmarks, bei den Arthropoden gehört er der oberen Fläche des Bauchmarks an. Gerade dieses Lagerungsverhältniss, in welchem der Sympathikus der Arthropoden zum Bauchmark steht, nöthigt uns fast, die Fragen von der Einheit des Bauplanes zu berühren" (Leydig). Semper.

Tastorgane.

Sie sind allgemein verbreitet. Die Crustaceen sind fast durchweg mit einem oder zwei Paar Antennen als Gefühlsorganen versehen, durch welche sich die aus dem oberen Schlundganglion tretenden Nerven erstrecken. (Fig. 43.) Um sich über die specifische Beschaffenheit solcher Tastwerkzeuge zu unterrichten, eignen sich besnders die kleinen An-

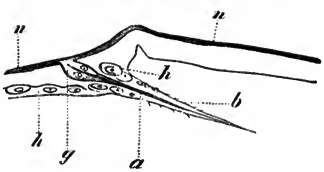


Fig. 43. Tastborste von der Antenne von Sida (n. Claus). *h* Hypodermiszellen; *B* Borste; *n* Nerv; *g* Ganglienzellen; *a* Axenfaden.

tennen der *Cladocera*. In sie treten aus dem Ganglion des Nerven eine Anzahl Fasern, und jede derselben wird zu einer in's Freie ragenden „Tastborste", mit einer knopfförmigen Anschwellung endigend. Auch bei anderen Krebsen und Arthrozoen sind die mit einer Anschwellung endenden Hautnerven mit einfachen oder gefiederten Haaren zu Tastwerkzeugen verbunden. Im Uebrigen gehören die wichtigsten Tastorgane als Palpen zu den Mundwerkzeugen, namentlich bei Spinnen und Insekten.

Geruchsorgane.

Bei den meisten Insekten, ganz besonders entwickelt bei den Hymenopteren, finden sich an den Antennen kleine Gruben oder Kegel, in deren Grund die Endapparate eines besonderen vom Gehirn stammenden Nerven hineinragen. Das sind wahrscheinlich die Geruchsorgane. Unter den Krebsen sind bei Asellus aquaticus „Geruchszapfen" entdeckt, zarte Cylinder auf festerer Basis auf den Endgliedern der kürzeren Fühler in Verbindung mit einer Nervenfaser. (Fig. 44.)

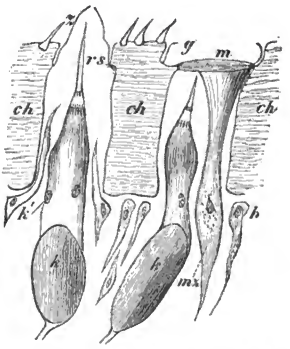


Fig. 44. Abschnitt eines Längsschnittes aus der Fühlergeissel der Wespe, die Geruchsorgane enthaltend (n. Hauser). *ch* Chitinschicht; *h* Hypodermiszellen; *mx* Membran — *m* bildende Zelle; *z* Geruchskegel; *k* grosse Kerne der Riechzellen; *k'* Reste eines früheren oberen Kernes; *rs* Riechstäbchen.

Augen[1]).

Die Bezeichnungen der Theile des Arthropodenauges haben die Kenntniss der entsprechenden Reihe dieses Organes bei den Wirbelthieren zur Voraussetzung, wie das auch bei der Untersuchung der übrigen Wirbelthiere zufolge der historischen Entwicklung der Fall ist. (Fig. 45.)

Die Augen der Arthropoden sind entweder einfache (ocelli, stemmata) oder zusammengesetzte (facettirt). Wir beginnen

1) Die wichtigste Arbeit: Grenacher Untersuchungen über das Sehorgan der Arthropoden. 1878. Dazu Graber Ueber das unicorneale Tracheatenauge. Arch. f. w. An. XVII.

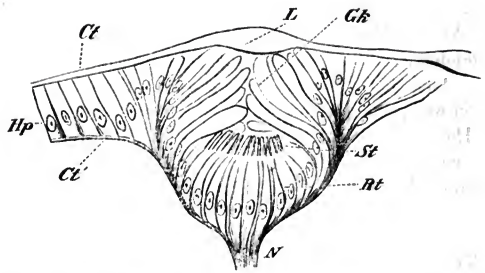


Fig. 45. Auge der Larve von *Dytiscus* (n. Grenacher). *Ct* Cuticula; *ct'* innere Cuticula; *L* Linse; *Hp* Hypodermis; *Gk* Glaskörper; *Rt* Retina; *St* Stäbchen; *N* Sehnerv.

mit dem Stemma, wie es die Larven vieler Insekten, viele Orthopteren, Dipteren, die Hymenopteren, die Spinnen und Myriopoden besitzen. Seine Bestandtheile sind: 1. eine linsenförmig gewölbte Cornea, welche gleich der allgemeinen Chitindecke des Körpers der hinter ihr gelegenen durchsichtigen Zellenschicht (Hypodermis) ihre Entstehung verdankt; 2. der Glaskörper, die eben genannten durchsichtigen, oft verlängerten und vergrösserten Hypodermiszellen. An diese, die Lichtstrahlen leitenden, bilderzeugenden Theile legt sich 3. die Retina, ebenfalls eine Zellenschicht. Nach Grenacher würden die Elemente derselben in der That nur einfache, ebenfalls aus der Hypodermis stammende Zellen sein, vorn je mit einem stabförmigen Gebilde, hinten übergehend in eine Faser des Sehnerven. Vom Glaskörper ist die Retina durch eine cuticulare Zwischenlamelle getrennt [1]).

Viele Crustaceen, namentlich die Decapoden, und fast alle Insekten im Imagozustande besitzen die sogenannten zusammengesetzten Augen [2]), deren Hornhaut in scharf contourirte vier-, fünf- oder sechsseitige Felder, Facetten, getheilt ist. Auch diese Facetten sind ein modificirtes Integument, wie die übrigen Wände der Augenkapsel, deren hintere Wand für den Ein-

1) Die Einwürfe Grabers werden in der Arbeit Grenachers über das Auge der Myriopoden (Arch. f. wiss. An. XVIII. 1880) beglichen.

2) Hypothetisches Urauge. „Vermehrung der Einzelelemente des Urauges führt uns zum Stemma. Vermehrung der Zahl der Einzelaugen, nähere Agregirung derselben unter leichter Umformung der Elemente dagegen leitet uns zum Facettenauge hinüber.“ Grenacher.

tritt der strangförmigen Weichtheile durchlöchert ist. Zu jeder Corneafacette gehört ein solcher Strang. Er zerfällt in einen vorderen, dem Glaskörper des Stemma entsprechenden und einen hinteren nervösen Theil. Die ursprüngliche und bei vielen Insekten zeitlebens verharrende Form jenes vorderen Theiles ist die, dass eine bestimmte Anzahl von Zellen, meist 4, zusammen einen, mit der Spitze nach innen gerichteten Kegel bilden (acone Augen). (Fig. 46.) Bei den Crustaceen und den meisten Insekten scheidet die Gesammtheit dieser Zellen den sogenannten Krystallkegel aus (eucone Augen). An denselben oder sein Aequivalent stösst die, in der Regel aus 7 Zellen gebildete Retinula, und gewöhnlich verschmelzen die zu den einzelnen Retinulazellen gehörigen Stäbchen zu einem anscheinend einheitlichen axialen Stamme, dem Rhabdom. Jeder Krystallkegel mit seiner Retinula pflegt durch Pigment isolirt su sein. Das Sehen mit dem facettirten Auge ist auf die Theorie vom „musivischen Sehen“ (Johannes Müller. 1829) zurückzuführen. Bedenken dagegen liegen in der grossen Unregelmässigkeit der die Strahlen leitenden Medien bei vielen Arthropoden und in der oft höchst geringen Anzahl von Facetten mit Zubehör, durch welche das Bild aus einzelnen punktförmigen Theilchen zusammengebracht werden soll [1]).

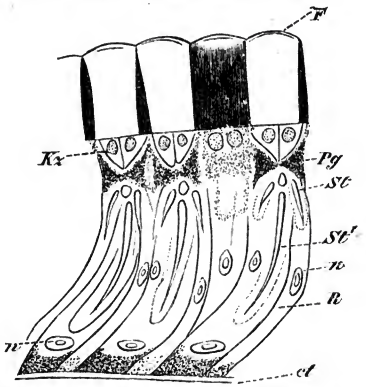


Fig. 46. Senkrechter Schnitt aus dem zusammengesetzten aconen Auge von *Tipula* (n. Grenacher). *F* Facetten; *Kz* Krystallzellen; *Pg* Pigmentzellen; *R* Retinula; *St* peripherische Stäbchen; *St'* centrale Stäbchen, ein vor ihnen vorn quer abgebrochenes Stück hängt mit den Krystallzellen zusammen; *n* Kerne der Retinulazellen; *ct* innere Cuticula.

1) Auch im menschlichen Auge kommt das Bild eigentlich musivisch zu Stande durch die etwa 150 Millionen Stäbchen und Zapfen, oder, wenn die Stäbchen dabei nichts zu thun haben sollten, die $3^1/_2$ Millionen Zapfen. Das Bild bei den am besten bedienten Insekten würde dagegen aus 10 bis 12 Tausend Theilen zusammengesetzt sein, das Bild im Seitenauge der Phronima, die ja auch als ein sehr guter Seher gilt, nach meinen Zählungen aus 200 bis 480 Theilen. Man kann leicht berechnen,

Gehörorgane.

Unter den Crustaceen besitzen nur die Decapoden, diese aber allgemein, Gehörwerkzeuge. Sie liegen im Basaltheil der inneren Antennen, kommen jedoch bei den Caridinen auch frei vor und bestehen im Wesentlichen darin, dass von dem Endganglion eines Nerven ein feiner Faden in ein Chitinhaar hineintritt und an einen eigenthümlichen Theil der Haarwand sich festsetzt. Diese Haarwand vollführt bei entsprechenden Tönen Schwingungen. Diese Haare stehen also in der Regel auf der inneren Fläche eines im Antennengliede enthaltenen Gehörsackes, welcher geschlossen sein kann *(Leucifer)*, gewöhnlich aber durch eine spaltenförmige Oeffnung mit der Aussenwelt communicirt. Bei den Brachyuren enthält er kein steiniges Concrement; bei den übrigen finden sich Otolithen, entweder regelmässige Bildungen, welche im Thiere entstehen, oder häufiger von aussen aufgenommener Sand. Bei *Mysis* liegt das Gehörorgan im Schwanze.

Wenn nun auch von anderen Crustaceen die Gehörorgane nicht ausdrücklich beschrieben sind, so muss doch auf jene eigenartigen Haarbildungen und Kegel wiederholt hingewiesen werden, die, mit Nerven versehen, an den Antennen verschiedener Ordnungen gefunden wurden. Sie sind oben als Geruchswerkzeuge gedeutet; die Möglichkeit liegt aber auch offen, dass es „Hörhaare" sind.

Von den Insekten sind die Orthopteren am längsten hinsichtlich ihrer Ohren bekannt. (Fig. 47.) Bei den Acridiern (*Gomphocerus* u. a.) bemerkt man oben und an den Seiten des ersten Hinterleibsringes einen eiförmigen Ausschnitt, umgeben von einer hornigen Einfassung, in welcher eine dünne Membran als Trommelfell ausgespannt ist. Durch Verdickung und Faltung des Trommelfelles entstehen nach innen einige „Hornvorsprünge" (Kegel, Seitenjoch, Grube. Dreiseitige Kapsel), mit welchen die Endigungen — Kolben und stabförmige Körperchen — des vom 3. Brustganglion kommenden Hörnerven in Verbindung treten. Auffallender noch ist

---

unter Berücksichtigung des oft sehr grossen Winkels, unter dem die extremen Kegel auseinandergehen, dass in diesem und ähnlichen Fällen vom Zustandekommen eines wirklichen „Bildes" nach menschlicher Vorstellung gar nicht die Rede sein kann. Dagegen werden die Thiere noch höchst feine Bewegungen wahrnehmen. Bestärkt wird man in dieser Annahme durch den Nachweis von Grenacher, dass im Scolopendren-Auge ein Bild sicher deshalb unmöglich ist, weil die Stäbchen quer liegen, d. h. im Sinne der Bilderzeugung überhaupt nicht afficirt werden können.

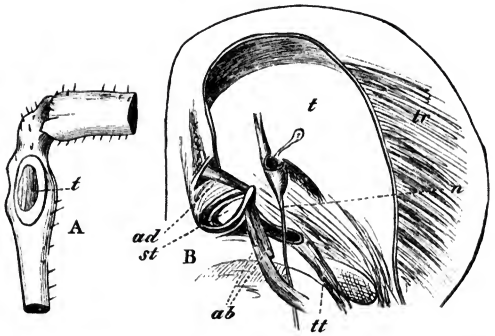


Fig. 47. *A* Stück des Vorderbeins von *Phaneroptera falcata* mit dem Trommelfell. *B* Gehörorgan eines Acridiers, *Stauronotus cruciatus*, von innen (n. Graber). *t* Trommelfell; *tr* Trommelring; *st* Stigma; *ad*, *ab* Verschlussmuskeln des Stigma; *tt* Tensor Tympani; *n* Gehörnerv.

die Lage der Gehörorgane bei den Locustiden und Achetiden in den Tibien des ersten Fusspaares, z. B. bei *Locusta viridissima*. Auf beiden Seiten der Tibien findet sich ein längliches, freies oder durch eine Chitinfalte überdecktes Trommelfell, an welches sich die zweigespaltene erweiterte Tibialtrachee anlegt. In dem Raume vor der Trachee nach der vorderen Tibialwand verläuft die „Leiste der Gehörstifte"; seitlich von dieser der aus einem Ganglion hervortretende Gehörnerv. Er giebt für jeden Stift eine Basalganglionzelle und eine Verbindungsfaser ab. Bei den Grylloden entdeckte Graber nur oberhalb der Trommelfelle ein zweihörniges Ganglion, dessen End-Elemente mit dem Integument verbunden sind. Da dies hier der alleinige nervöse Endapparat ist und ein ähnlicher supratympanaler Abschnitt von G. auch bei den Locustinen gefunden wurde, meint der Entdecker, dass die Hauptfunction bei der Perception der Schallschwingungen diesem supratympanalen Organe zufiele.

Auch bei den Käfern und Diptern ist ein dem Ohr der Orthopteren entsprechendes Organ nachgewiesen, übereinstimmend namentlich durch die stäbchenförmigen Nervenendigungen. Bei jenen liegt es in der Wurzel der Hinterflügel auf dem braun chitinisirten Streifen, der als „Subcostalvene" bezeichnet wird. Bei den Diptern ist es in der Basis der Halteren angebracht.

Anders die otocystenartigen Organe in den Antennen

verschiedener Dipteren (z. B. *Syrphus balteatus*), deren Bedeutung übrigens sehr zweifelhaft.

Ernährungssystem. a) Darmkanal. Der Darmkanal fast aller Crustaceen verläuft ziemlich geradlinig, oder macht nur geringe Biegungen und ist auch gewöhnlich ohne blindsackige Anhänge. Die Aftermündung, die sich gewöhnlich am Schwanzende befindet ist ausnahmsweise bei den Cirripedien, wegen des abweichenden Schalenbaues, am Ende einer langen, aus der Schale hervorgestreckten Röhre. Unter den verschiedenen, die Darmwandungen ausmachenden Schichten zeichnet sich die innere mehr wie bei den Arachniden und Insecten durch ihren Chitingehalt aus, namentlich an den Enden. Sie nimmt an dem Häutungsprocesse Theil.

Am einfachsten, röhrenförmig, ist der Darmkanal bei mehreren Ordnungen der Entomostraceen, den Parasiten, Phyllopoden, auch einigen Copepoden *(Cyclops)*, während er bei anderen Phyllopoden *(Daphnia)* von der Speiseröhre nach vorn und oben steigt und sich dann nach hinten umbiegt. Bei den meisten übrigen Crustaceen folgt auf einen engeren geraden Oesophagus ein Magen, dessen Epithelium sich gewöhnlich durch Haar- und Borstenbildung, sowie durch die Bildung von chitinösen Leisten und Zähnen auszeichnet. Am meisten ist dies bei den Decapoden der Fall, deren hinter der Stirn liegender Magen in einen vorderen blasenförmigen und einen hinteren, in den Pylorus übergehenden, pyramidenförmigen Theil zerfällt. In diesem hinteren Theile befindet sich ein sehr eigenthümliches Gerüst, an dem sich mehrere Platten und Balken, ein mittlerer, unpaariger, zweizinkiger Zahn, der in das Innere der Magenhöhle von oben hineinragt, und zwei seitliche Zahnleisten unterscheiden lassen. Obgleich das Gerüst durch einige von Aussen sich an dasselbe setzende Muskeln bewegt werden kann, scheint es doch nicht zum eigentlichen Kauen benutzt werden zu können. Zur Zeit des Schalenwechsels (Juli, August) wechselt auch das Gerüst. Während von der Schleimhaut des Magens unter dem alten Gerüst das neue ausgeschieden wird, wird jenes theilweise aufgelöst und fällt zusammen.

Unter den Spinnen ist der Darmkanal der Taranteln und Scorpione eine einfache, ungefähr gleich weite Röhre und unterscheidet sich dadurch von dem Darmkanal der übrigen Arachniden, bei denen er bald (Tardigraden) weit und unregelmässig eingeschnürt ist, bald regelmässige, magenartige Erweiterungen und kurze und lange Blindsäcke zeigt und gewöhnlich in einen kurzen

verengerten Mastdarm übergeht. Durch ungewöhnlich lange Blindsäcke sind die Pycnogoniden und *Galeodes* ausgezeichnet, wo sie sich bis in die Kieferhöhlen, Taster und Beine erstrecken. Der im Cephalothorax der Araneen befindliche Magen ist ringförmig, und durch seine Oeffnung tritt vom Rücken ein mit dem, diesen Spinnen eigenthümlichen Saugapparate sich verbindender Muskel.

Am Verdauungskanal der Insecten, dessen Wände im Allgemeinen aus drei Schichten, einer äusseren Peritoneal-, einer mittleren Muskel-, und einer inneren homogenen Epithelialschicht bestehen, lassen sich meist verschiedene Abtheilungen unterscheiden, die verschiedenen Functionen vorstehen und nach der Art der Nahrungsmittel sich mehr oder minder entfaltet haben. Gewöhnlich ist der Darmkanal der pflanzenfressenden Insecten zusammengesetzter als der von animalischen, einer geringeren Assimilation bedürftigen Stoffen lebenden. Der längere oder kürzere Schlund führt in der Regel in einen Kropf *(ingluvies)*, hinter welchem sich häufig, namentlich bei dem Orthoptern, Coleoptern und Neuroptern ein an der Innenfläche mit borsten- und leistenartigen gezähnelten Erhabenheiten besetzter Kaumagen (*proventriculus*) befindet. Bei den saugenden Insecten sehen wir statt der genannten Erweiterungen mit dem Oesophagus einen blasenförmigen, gestielten, dünnwandigen Saugmagen zusammenhängen. Die folgende Abtheilung, der eigentliche Magen, Chylusmagen (*ventriculus*), ist die wichtigste, indem hier vorzugsweise die Verdauung vor sich geht. Dieser Chylus bereitende Abschnitt entspricht also nicht nur dem Magen, sondern zugleich auch dem Dünndarm der höheren Wirbelthiere, und diejenige Abtheilung des Darmkanals der Insecten, welche Dünndarm genannt wird, hat mit der Verdauung wenig oder nichts zu thun. Es giebt jedoch Insecten (namentlich Käfer, Cicaden) mit langem Enddarm, dem wahrscheinlich noch eine Rolle bei der Resorption des Chymus zufällt. Der Enddarm beginnt am Pylorus des *ventriculus*, wo die sogenannten Malpighischen Gefässe münden.

b) Speicheldrüsen und Leber.

Den Crustaceen fehlen die Speichelorgane fast allgemein; nur bei den Cirripedien findet sich ein Paar in den Magen mündender Drüsen, und mit noch mehr Gewissheit sind zwei oder mehrere sich in die Mundhöhle öffnende Drüsen der Myriopoden für Speichelorgane zu halten.

Sehr verbreitet sind die Speicheldrüsen aber bei den Spinnen und Insecten. Bei den Spinnen (selbst bei den Tardigraden) ist gewöhnlich ein Paar vorhanden, dessen Ausführungsgänge in die Mundhöhle oder auch (bei den Scorpionen) in den Schlund gehen. Die Insecten haben häufig zwei oder auch drei Paare, die längere oder kürzere Gefässe darstellen oder auch durch ihre Trauben- und Büschelform an die conglomerirten Drüsen der höheren Thiere erinnern. An dem eigentlich ausscheidenden Theile erkennt man gewöhnlich eine *tunica intima*, eine Zellenschicht und eine diese umfassende *tunica propria*, während diese Häute in den Ausführungsgängen eine festere, hornartige Beschaffenheit angenommen haben, und die *tunica intima* oft Spiralbildungen zeigt nach Art der Tracheen. Seltener, wie dies am oberen, unter der Stirn liegenden Paare von *Formica rufa* der Fall ist, besteht die Drüse aus einzelnen grossen Zellen, deren jede ihr Secret durch einen feinen, von der die Zelle einschliessenden *tunica propria* gebildeten Kanal nach einem kurzen gemeinschaftlichen Ausführungsgang leiten lässt. Meist stellen diese Drüsen fadenförmige Schläuche dar, die namentlich bei den Larven zu den Seiten des Darmkanals sich weit in die Leibeshöhle hinein erstrecken. Das Secret ist weniger ein Speichel, sondern wirkt ähnlich, wie der Magensaft der höheren Thiere, das Pepsin.

Bei den meisten Arthropoden, welche keine von den Wandungen des Mitteldarmes gesonderten, Galle oder andere verdauende Secrete liefernden Drüsen (gewöhnlich „Leber", richtiger „Hepatopancreas" genannt) besitzen, müssen wir vermuthen, dass die Epithelialzellenschicht des chylopoetischen Theiles des Darmkanals einen gallenartigen Saft secernirt, und dies um so mehr, wo sich, wie bei den meisten niederen Crustaceen, schon kleinere Drüsenfollikel oder, bei den Cirripedien, bei *Daphnia*, vielen Insecten, längere blindsackartige Ausstülpungen formirt haben. Aber erst wo diese Blindsäcke sich mehr isoliren, werden sie zu einer wirklichen, die Functionen von Leber und einer Verdauungsdrüse vereinigenden Drüse, wie sie sich unter den Crustaceen weniger vollständig bei den Isopoden, Amphipoden u. a., sehr vollständig aber bei den meisten Decapoden entwickelt hat. Als Beispiel mag *Astacus fluviatilis* dienen. Hier besteht das paarige Organ jederseits aus drei Lappen, und jede Hälfte mündet mit einem Ausführungsgang hinter dem Pförtner des Kaumagens in den Darmkanal. Die Lappen werden wieder durch längliche finger-

förmig verbundene Follikel gebildet; die näheren Bestandtheile der Follikel sind eine *tunica propria*, die an ihr befestigte secernirende Zellenschicht und eine den Follikel locker von innen auskleidende *tunica intima*, durch welche das Secret durch Diffusion dringt. Auch viele Insecten besitzen am Anfange des Mitteldarmes Anhänge, welche als „Leber" bezeichnet werden.

Bei den Araneen und Scorpioniden scheint die von vielen Naturforschern „Fettkörper" genannte bräunliche Masse, welche durch mehrere Ausführungskanäle mit dem Darm in Verbindung steht, die Leber zu sein. Von diesem Fettkörper ist das bei den Insectenlarven sich ansammelnde *corpus adiposum* ganz verschieden, welches, aus grössten Theils wirklichen Fettzellen gebildet, zum Verbrauch während des ruhenden Puppenlebens verwendet wird. Daneben dient er auch bei vielen Insecten zur Anhäufung von Harnsäure.

c) Gefässsystem. Kreislauf.

Die meisten Arthropoden sind mit einem, den Blutlauf regelnden Centralorgane versehen, das man bei den Myriopoden, Spinnen und Insecten wegen seiner Schlauchform das Rückengefäss, bei den Crustaceen aber, wo es gewöhnlich kürzer ist, Herz zu nennen pflegt.

Das Rückengefäss der Insecten ist ein in der Mittellinie des Abdomen gegen den Rücken zu liegender Schlauch. Es besteht aus einer Reihe, gewöhnlich 8, mit einander communicirenden Kammern mit je einer linken und rechten seitlichen Spaltöffnung. Letztere werden entweder durch klappenartige Einstülpungen gegen die Rückstauung des Blutes geschlossen, oder es werden die verdickten Ostienlippen durch sich kreuzende Ringfasern gesperrt. Beim Nachlass des Verschlusses tritt das Blut seitlich ein. Die letzte Kammer, vorn, geht in einen einfachen oder sich spaltenden Arterienstil über. (Fig. 48.)

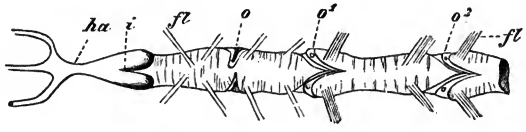


Fig. 48. Hinterer Theil des Rückengefässes einer Ephemera-Larve (n. Jaworowski). *ha* hintere Aorte; *i* Interventricular-Klappen; *o* letztes Ostienpaar; o^1 o^2 Ostien mit taschenartigen Klappen; *fl* Flügelmuskeln.

Das Herzrohr ist durch besondere Muskeln an der Rückenwand befestigt und liegt in einem, grösstentheils mit einem schwammigen Zellgewebe und Tracheen erfüllten Hohlraume. Nach unten wird dieser durch das von den Flügelmuskeln und deren Bindegewebe gebildete netzartige Septum von dem Eingeweideraum getrennt. Bei Contraction der Flügelmuskeln muss das Blut aus dem Eingeweideraum in die Rückenkammer übertreten, wo wegen des Tracheenreichthums die Athmung vorzugsweise stattfinden muss. Auch ein über der Ganglienkette liegendes Bauchseptum ist vorhanden, durch dessen Bewegungen der untere rücklaufende Blutstrom geregelt wird.

Das speciellere Verhalten des Herzens der Spinnen und Myriopoden verdient eine neuere Vergleichung.

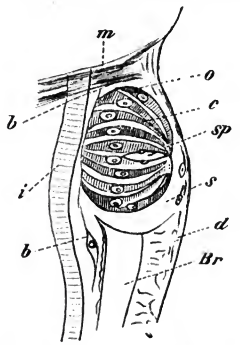


Fig. 49. Herz von *Moina brachiata*, v. d. Seite (n. Claus). *s* pericardialer Blutsinus; *d* Schalenduplicatur; *Br* Brutraum; *i* Darmwand; *b* Bindegewebssuspensorien; *m* Mandibelmuskel; *c* Herz; *sp* linke Spalte; *o* ostium arteriosum.

Es schliesst sich hieran die längliche Form, welche das Herz mehrerer Ordnungen der Krebse angenommen, namentlich der Phyllopoden und Stomatopoden. Bei den Cladoceren ist das Herz ein einfacher, rundlicher oder ovaler Behälter, der behufs der Aufnahme des Blutes mit zwei seitlichen Spaltöffnungen versehen ist, und aus dem das Blut durch eine vordere und hintere Oeffnung tritt, wenn nicht an diesen Stellen Arterien entspringen. Bei den übrigen Ordnungen der Crustaceen verhält sich das Herz ähnlich, hat aber mehr venöse Spalten und giebt gewöhnlich mehr Arterienstämme ab, als dort Arterienöffnungen oder wirkliche Arterien sich finden. Seine Form ist namentlich bei den Decapoden auffallend, platt und polygonal. Es liegt immer in der Mittellinie des Vorderrückens. (Fig. 49.)

Nur bei den Scorpioniden ist ein vollständig geschlossenes Gefässsystem beschrieben worden. Ihre Arterien sollen sich verzweigen und unmittelbar in ein Venensystem übergehen, welches zu den Athemorganen führt, von wo aus das Blut wiederum durch eigene Gefässe zum Herzen zurückgelangt.

Im Uebrigen aber fehlt den Arthropoden ein geschlossenes Gefässsystem, indem sich entweder ausser dem Herzen (Rückengefässe) gar keine Gefässe beobachten lassen, oder das Gefässsystem höchstens in mehreren Arterien besteht, die entweder plötzlich aufhören oder allmälig sich verzweigend verschwinden, worauf die Blutflüssigkeit in bestimmten Strömen durch den ganzen übrigen Körper läuft. Zuerst häufig sehr fein, vereinigen sich diese Ströme zu stärkeren venösen Stämmen und stellen so einen vollkommenen Kreislauf her, wobei die Richtung und Vertheilung der Ströme theils durch den ursprünglichen Herzstoss und die verschiedenen im Wege liegenden Organe, theils auch durch eigens ausgespannte Membranen oder Leisten moderirt wird.

Bei den Crustaceen sind die arteriellen Gefässe, wie es scheint, am weitesten verbreitet, wiewohl man bei mehreren Ordnungen, den Entomostraceen, und Phyllopoden keine Spur von ihnen bemerkt. Bei den Branchiopoden fehlen sie wenigstens in der Familie der *Cladocera (Daphnia* u. a.) nicht, aus deren Herzen nach vorn ein sich mehrfach theilender *truncus arteriosus*, sowie seitlich und nach hinten andere Arterien entspringen, die sich durch ihre Länge und weit gehende Verästelung vor den ausnehmend kurzen Arterienstämmen der Isopoden, Amphipoden, auch der Pöcilopoden auszeichnen. Vollständiger ist das Arteriensystem bei den Stomatopoden und noch mehr bei den Decapoden. Aus dem polygonalen zipfeligen Herzen des *Astacus fluviatilis* entspringen aus einem vorderen Aortenstamme drei Arterien, eine mittlere für die Augen und zwei seitliche für die Antennen und den Cephalothorax. Zwei ihnen zur Seite liegende Arterien versorgen die Leber, und eine nach hinten abgehende grosse Schwanzarterie spaltet sich bald nach ihrem Austritt und versorgt durch ihren Bauchtheil die Mundtheile und Füsse, durch den Rückentheil die am Rücken des Abdomen gelegenen Organe. Die Angabe, dass den Decapoden auch ein Venensystem zukäme, scheint auf Täuschung zu beruhen, wie denselben auch eigene, das Blut aus den Kiemen zum Herzen bringende Gefässe fehlen. Das Blut gelangt bei ihnen, nachdem es in grossen lacunalen, venösen Strömen die Kiemen erreicht, aus diesen in einen weiten, von nicht contractilen Wänden umgebenen Sinus, aus welchem es während der Diastole des Herzens durch die Herzspalten aufgenommen wird.

Die Phalangien haben nur das Rückengefäss ohne Arterien,

die Araneen aber verhalten sich wie die höheren Ordnungen der Crustaceen, indem das in mehreren, sich bis in die oberen Glieder der Beine verzweigenden Arterien das Rückengefäss verlassende Blut seinen weiteren arteriellen und venösen Lauf in wandungslosen Körperlacunen vollendet und sich gleichfalls in einem, das Rückengefäss umgebenden Sinus ansammelt.

Bei den meisten derjenigen spinnenartigen Thiere, welche als in Rückbildung begriffen anzusehen sind, wie die Acarinen und Pentastomen, auch bei den Bärthierchen fehlen Herz und Gefässe. Die in der Leibeshöhle enthaltene Blutflüssigkeit wird durch die Körperbewegungen umhergetrieben, und bei vielen fast bewegungslosen Milben wird die Bewegung der Blutmasse durch die lebhafteren Bewegungen amöboider Blutkörperchen ersetzt. Die Asselspinnen besitzen ein, oben nicht von Muskeln, sondern nur von der Hypodermis und Cuticula des Rückens geschlossenes Herz.

Bei den Insecten wird das Blut durch die allmälige Zusammenziehung des Rückengefässes, die in der Weise von hinten nach vorn geschieht, dass die hinterste Kammer sich schon wieder ausdehnt, ehe die vorhergehende Contraction bis zur ersten Kammer gelangt ist, durch den Aortentheil getrieben und kehrt in vier Hauptströmen, von denen einer unter dem Rückengefässe, einer über der Ganglienkette und zwei neben den grossen Tracheenstämmen fliessen, zum Rückengefässe zurück. Kleinere Nebenstämme vertheilen sich in die Fühler, Füsse, Flügel u. s. w. Da die Bewegung der Flüssigkeit in diesen Anhängen nicht wohl allein von dem Drucke der Hauptströme abhängen kann, scheinen hier und da eigenthümliche Vorrichtungen zur Fortbewegung angebracht zu sein, so in den Tibien der Beine ein pulsirendes, knotenförmiges, als Pumpstengel wirkendes Organ, wie auch in anderen Theilen herzartige Organe (bis jetzt freilich nur im Schwanze der Larve von *Ephemera diptera* beobachtet).

Ein ganz ähnliches Verhältniss zeigt die durch besondere Muskulatur zu Contractionen und Erweiterungen befähigte Schwanzflosse des Argulus, in welche fast das gesammte Blut aus dem Leibesraum einfliesst, ehe es durch die Seitensinusse zum Herzen zurückkehrt.

Nach Graber soll das den Mittel- und Enddarm umgebende Hohlraumsystem des sogenannten Fettkörpers ein Analogon des Chylusgefässsystemes sein, indem bei vielen Insecten der durch die

Darmwandungen gehende Chylus in diese Hohlräume abfliessen muss, ehe er sich im Perigastrium mit der allgemeinen Leibesflüssigkeit vermischen kann.

Das Blut der Arthropoden ist meist farblos; ist es gefärbt (röthlich, gelblich u. a.), wie bei mehreren Crustaceen und Insecten, so ist die Färbung immer an die Blutflüssigkeit gebunden und rührt nicht von den stets farblosen, gewöhnlich amöboiden Blutkörperchen her.

d) Athmungswerkzeuge.

Die Crustaceen athmen, mit Ausnahme nur ganz einzelner Isopoden, vermittelst Kiemen, deren Bildung aber so mannigfaltig ist, wie wir sie kaum in einer anderen Klasse wiederfinden. Häufig werden diese Kiemen nur durch eine Verdünnung der Körperbedeckung hervorgebracht, ohne dass diese zu besonderen Anhängen sich gestaltete; gewöhnlich sind die Kiemen selbständige Organe, in welche das Blut durch besondere Nebenbahnen geleitet wird, und an denen, wenn sie sich nicht selbst bewegen, der Wasserwechsel bei Abwesenheit der Flimmerorgane durch besondere Strudelwerkzeuge bewirkt wird. Sehr häufig sind sie an den Füssen befestigt. Wenn die Körperbedeckung selbst in grösserer oder geringerer Ausdehnung zur Kieme wird, indem sie eine dünnere Beschaffenheit annimmt oder Blätter und Falten bildet, begeben sich in diese Stellen kleine, ganz wandungslose, verzweigte und nur durch sparsames Parenchym getrennte Blutströmchen. Dies ist z. B. der Fall bei den meisten Copepoden; auch gehört in diese Kategorie der Kiemen das häutige Kopfschild der Caligiden, die Schwanzblätter und Seitentheile des Rückenschildes von *Argulus*, das Rückenschild von *Apus*. Bei mehreren Cladoceren (z. B. *Daphnia*, *Acanthocercus*) nehmen die Endglieder mehrerer Fusspaare eine blattförmige Gestalt an und werden zu wahren Kiemen, indem sie besondere Blutströmchen empfangen und durch fortwährende pendelnde Bewegung das Wasser erneuern. Eine andere Form der Athemorgane finden wir in kleinen ei-, birn- oder lanzettförmigen Anhängen, wie sie die Lepaden, Phyllopoden, mehrere Cladoceren *(Acanthocercus)*, die Lämodipoden, Amphipoden und Stomatopoden an den Füssen oder Afterfüssen, die Lämodipoden auch frei am Leibe haben. Die Zahl dieser Kiemen-

blätter nimmt zu bei den Isopoden, noch mehr an den Afterfüssen der Pöcilopoden. Sehr entwickelte Kiemen haben mehrere Stomatopoden, so namentlich die Squillen, deren aus kammförmig geordneten Fäden bestehende Kiemenbüschel von den fünf Afterfusspaaren (Schwimmfüssen) getragen werden. Die an oder neben der Basis der Füsse des Cephalothorax und an den hinteren Beikiefern angebrachten Kiemen der Decapoden liegen in zwei, durch die Seitentheile des Schildes gebildeten Kiemenhöhlen, in welche das Wasser durch eine untere Spalte gelangt, während es seitlich von den Mundtheilen durch fortwährende Bewegung der Geisseln und anderer Anhänge der Beikiefern wieder ausgetrieben wird. Die einzelnen Kiemen sind sehr verschieden gestaltet; häufig ist die Pyramidenform, indem von einem mittleren, einen arteriellen und einen venösen Kanal enthaltenden Schafte nach mehreren Seiten Blättchen abstehen, die nach der Spitze zu allmälig kleiner werden.

Auch bei den Landkrabben, namentlich *Birgus*, kann ein Theil der Kiemenhöhle zu einer wahren, Luftathmenden Lunge umgewandelt werden, woneben die Kiemen an Zahl und Grösse reducirt werden.

Alle diese Kiemen sind für die Wasserathmung bestimmt; selbst die Landisopoden scheinen zwischen ihre Kiemenplatten Feuchtigkeit aufzunehmen, wobei die äussere Lamelle eines jeden Kiemenpaares der inneren als Deckel dient. Mehrere Onisciden jedoch (z. B. *Porcellio*) haben in den beiden ersten Paaren der Decklamellen eine Höhle mit einem sehr feinen Luftgefässnetze, und bloss auf Luftathmung scheint *Tylos* angewiesen zu sein, in dessen unter den Deckplatten verborgenen Lamellen sich Luftsäcke finden.

Das Tracheensystem der Myriopoden kommt in allen wesentlichen Stücken mit dem der Insecten überein. Nur bei *Scutigera* finden sich keine Tracheen. Was man in neuerer Zeit für die der Spiral-Verdickungen ermangelnden Tracheen dieser Gattung ausgegeben, sind die Ausführungsgänge einer in jedem Rückenschilde enthaltenen Drüse.

Bei den Tardigraden, Pycnogoniden und mehreren Acarinen hat man besondere Athmungsorgane nicht gefunden.

Die Athmungsorgane sämmtlicher übrigen Arachniden und Insecten lassen sich auf einen Typus zurückführen, den der Tracheen.

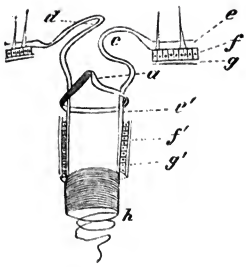


Fig. 50. Stigma und Tracheenstamm eines Insects, schematisch (n. Graber). *de* Stigmenlippen; *ee'* Cuticula; *ff'* Hypodermis; *g* bindegewebige Stützmembran; *h* Spiralfaden der Tracheencuticula.

Wir sehen das Tracheensystem am reinsten ausgebildet bei den Insecten. Die Tracheen sind cylindrische Röhren, durch welche die Luft in alle Theile des Körpers geleitet wird; sie bestehen aus einer äusseren, meist farblosen (Peritoneal-) Haut und einer inneren homogenen Chitinhaut; dazwischen Hypodermis. Reifenförmige oder spiralige Verdickungen der letzteren geben den Tracheen das Ansehen, als ob sie durch einen selbständigen Spiralfaden ausgespannt erhalten würden. (Fig. 50.)

Man kann die Tracheen der Inseeten in Lungen- und Kiementracheen eintheilen. Die letztere Art ist die bei einer Anzahl der im Wasser lebenden Larven[1]) gewöhnliche; sie unterscheiden sich von den anderen durch den Mangel an Luftlöchern, indem die Luft aus dem Wasser durch feine, auf der Körperoberfläche *(Chironomus, Tanypus)* oder auf besonderen kiemenartigen Anhängen ausgebreitete Tracheenzweige oder auch durch isolirte Tracheenbüschel absorbirt wird. Diese wird erst von hier aus in die grossen Luftröhrenstämme zur weiteren Verbreitung übergeführt. Die Aehnlichkeit mit den Kiemen ist also nur eine sehr entfernte, da nie eine eigentliche Wasserathmung bei den Insectenlarven statt findet. Denn selbst bei den Larven und Puppen von *Aeschna* und *Libellula*, welche regelmässig Wasser in den Mastdarm ein- und auspumpen, wird die Luft durch die in den Darmhautfalten befindlichen zahlreichen Luftröhrenverzweigungen unmittelbar aufgenommen.

Viel verbreiteter ist jedoch diejenige Form des Tracheensystems, wo die Tracheenstämme mit Athemlöchern *(stigmata, spiracula)* beginnen, deren Rand gewöhnlich mit Haaren dicht besetzt ist, und die häufig willkürlich geöffnet und geschlossen werden können. Die dabei thätigen Muskeln dienen zum Verschluss; das Oeffnen

1) Einige Perlfliegen, z. B. *Nemura lateralis* haben auch als Imagines ausser den gewöhnlichen Stigmen-Tracheen, Tracheenkiemen. Bei der genannten sitzen am Vorderrande der queren Sternalplatte je drei schlauchförmige Kiemen. Ihre Bedeutung kann nur die rudimentärer, vererbter Bildungen sein (Gerstäcker, Z. f. w. Zool. 1874).

geschieht durch das Federn von Chitin-Bogen oder Ringen. Das sind also die Verschlussapparate der Stigmen. Bei vielen Insecten (Fliegen, Hummeln) sind gewisse Stigmata, z. B. die der Hinterbrust, zu Ton- und Stimmapparaten verwendet, und sind dieselben, unter Hinzutritt elastischer Membranen, das Homologon der Verschlussvorrichtungen der nicht tönegebenden Tracheenöffnungen. Die Stigmata sind zwischen je zwei Leibessegmenten, nie aber zwischen Kopf und Prothorax und zwischen den beiden letzten Hinterleibssegmenten. Uebrigens ist ihre Zahl und Stellung ausserordentlich verschieden. Die gewöhnliche Anordnung des Tracheensystems ist die, dass zwei Tracheenstämme in der Nähe der Stigmen oder Tracheenkiemen liegen, von welchen aus sich die Aeste in den Körper erstrecken. Seltener entspringen die Körperäste unmittelbar aus den Stigmen, wobei aber doch auch kleinere Verbindungsröhren zwischen je zwei Athemöffnungen nicht fehlen.

Die blasenförmigen Erweiterungen der Tracheen, mit denen z. B. manche gut und lange fliegende Abend- und Nachtschmetterlinge, die Lamellicornien u. a. versehen sind, scheinen denselben Vortheil zu geben, wie die Luftsäcke der Vögel. Wegen des Mangels der Spiralfäden gewöhnlich collabirend, werden sie vor dem Auffliegen unter eigenthümlichen, namentlich bei den Lamellicornien (Maikäfer) auffallenden Bewegungen voll Luft gepumpt und vergrössern das Körpervolumen, ohne eine merkliche Gewichtszunahme zu verursachen.

An dieser Stelle sind die Leuchtorgane von Lampyris zu erwähnen, zwei am Bauch gelegene nervenreiche Platten, in welche sehr viele Tracheen eintreten. Letztere gehen in zarte sternförmige Zellen über, den Sitz des Leuchtprocesses.

Vergleichen wir hiermit die Respirationsorgane der Arachniden, so stimmen viele Milben, die Phalangien und Pseudoskorpione insofern mit den Insecten überein, als auch sie durch ein System von Kanälen athmen, welche von einem bis drei Paar Stigmen, meist über oder zwischen den Beinen oder an den ersten Hinterleibssegmenten gelegen, ausgehen. Jedoch nur bei wenigen Milben ist dies Tracheensystem verästelt, gleich dem der Insecten, bei den übrigen verzweigen sich die Kanäle nicht, und ein solches unverzweigtes Tracheensystem kommt auch vielen, vielleicht allen Araneen zu, ausser den sogenannten Lungen. So gehen z. B. bei *Salticus* zwei Tracheenbüschel von zwei am Hinter-

leibe gelegenen Stigmen aus, während bei *Segestria*, *Dysdera* und *Argyronecta* die beiden Stigmen nahe bei den sogenannten Lungensäcken liegen. Bei den übrigen Spinnen, wo das Tracheensystem mehr rudimentär wird, besteht es aus einem kurzen, vor den Spinnwarzen sich öffnenden Stamme mit vier, durch ihre platte Form sich auszeichnenden einfachen Aesten. Sehr häufig fehlt den Tracheen der genannten Arachniden der Spiralfaden; auch ist eine häufige Folge der Abwesenheit des Spiralfadens, dass die Tracheen nicht cylindrisch, sondern platt und bandförmig werden.

Eine Modification der Tracheen sind die sogenannten Lungen der Scorpioniden, Phryniden und Araneen, die eine auf der Localisirung des Apparates beruhende, oberflächliche Aehnlichkeit mit den gleichnamigen Organen der Wirbelthiere haben. Die Höhlungen (8 bei den Scorpioniden, 4 bei den Phryniden und Mygaliden, 2 bei den übrigen Araneen), welche paarweise in den Hinterleibssegmenten liegen, und deren jede mit einer Spaltöffnung (= Stigma) mündet, entsprechen den längeren oder kürzeren Stämmen, von denen die platten, bandförmigen, unverästelten Tracheen entspringen. (Fig. 51.) Letzteren aber sind die blätterförmigen, fächerartig geordneten Duplicaturen homolog, welche auf der convexen Fläche der Höhlen stehen, so dass von den Höhlen aus die Luft in sehr dünnen Schichten zwischen die Lamellen der einzelnen Blätter eindringt. Die Blätter haben einen gemeinsamen, der Peritonealmembran der Tracheen entsprechenden Ueberzug, von wo aus verschiedene Muskeln, welche das Zusammenfallen des Apparates verhindern, nach den Leibeswandungen gehen. Durch verschiedene, in dem gemeinsamen Ueberzuge sich vorfindende Oeffnungen ergiesst sich das Blut von der Leibeshöhle her zwischen die Abtheilungen des Fächers und umspült die Blätter unmittelbar.

e) Harnorgane.

Sehr allgemein münden bei den Insecten eine Anzahl dünner, fadenförmiger Schläuche hinter dem Chylusmagen in den Darmkanal, die Malpighischen Gefässe, welche lange Zeit nur für Gallenorgane gehalten worden sind, bis die chemische Analyse die Function als ausschliesslich Harn absondernder Organe unzweifelhaft gemacht. Ihre feinere Structur ist eine ähnliche, wie die der Speicheldrüsen. Sie münden theils einzeln, theils vereinigen sie sich zu kurzen Ausführungsgängen. Durch die grosse Menge der Malpighischen Gefässe zeichnen sich die Hymenoptern und Orthop-

tern aus, während bei den übrigen Ordnungen vier bis acht vorhanden zu sein pflegen. Der häufig gefärbte Harn geht durch den hinter dem Chylusmagen befindlichen Theil des Darmkanals mit den Fäces ab.

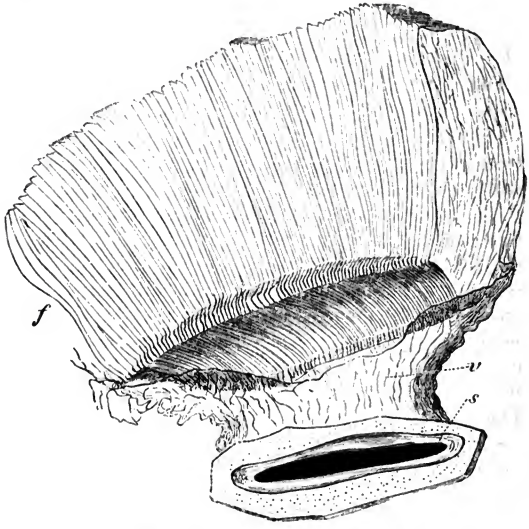


Fig. 51. „Lunge" eines Scorpions. *s* Stigma mit nächster Umgebung, von aussen; *v* Vorhöhle, von wo aus die Luft zwischen die Blätter des Tracheenfächers, *f*, dringt.

Bei den Arachniden, mit Ausnahme der Pycnogoniden und Tardigraden, verhalten sich die Harnorgane ganz ähnlich wie die Malpighischen Gefässe. Gewöhnlich sind sie verästelt und münden mit zwei Stämmen (Harnleitern) in den hinteren Theil des Darmkanals.

Bei manchen Copepoden und Cladoceren finden sich in der Wandung der mittleren Darmabtheilung Zellen mit Harnconcrementen. In die Kategorie der excernirenden Organe ist auch die sogenannte „grüne Schalendrüse" oder Antennendrüse der Decapoden aufzunehmen. Sie liegt seitlich im Vorderende des Cephalothorax, und steht mit einem kegelförmigen Vorsprung des Basalgliedes der äusseren Antennen in Verbindung. Ganz ähn-

liche Drüsen sind bei verschiedenen Copepoden, Phyllopoden und Amphipoden gefunden. Ueberall lässt sich daran ein „Harnkanälchen" und ein „Endsäckchen" unterscheiden.

Die Giftdrüsen der Spinnen und Insecten.

Sehr vielen Arachniden sind fadenförmige oder schlauchförmige Giftdrüsen eigenthümlich, deren Ausführungsgang in die hohlen Klauenfühler einmündet. Bei den Scorpionen liegen die Drüsen im letzten Schwanzsegment.

Die Giftdrüse der Biene ist ein langer, an seinem Ende meist in 2 kurze Gabeläste gespaltener Schlauch. Bei anderen Hautflüglern *(Myrmica)* überwiegen die Aeste. Das Secret sammelt sich in einer Blase. Auch die mit einem Legebohrer versehenen Phytophaga und Entomophaga besitzen eine der Giftdrüse der Aculeaten entsprechende Drüse. Am Stachel der Bienen und Verwandten sind die wichtigsten Theile die Schienenrinne und die zwei hohlen Stechborsten, welche Gebilde nebst den übrigen den Muskeln zu Ansatzstellen dienenden Chitingebilde bei den anderen Hymenoptern als Terebrä unter mannigfachen Umwandlungen wiederkehren. Der ganze Stachelapparat entsteht aus Ventraltheilen des vorletzten und drittletzten Segmentes. Schienenrinne, Stechborsten und die membranösen eingestülpten Fortsetzungen derselben, die Stachelscheiden sind Segmentanhänge, den Beinen homolog. So ist es wenigstens bei der Honigbiene.

Der in den Haaren der Processionsraupe befindliche Stoff ist, wie bei den Ameisen, Bienen, Wespen, Spinnen u. a., Ameisensäure. Mit jedem Haare steht eine unmittelbar unter der Haut liegende, flaschenförmige Drüse in Verbindung, zusammengesetzt aus langen, blinddarmigen, am Ende etwas angeschwollenen Kanälen und umhüllt von einer einfachen durchsichtigen Membran. Aehnliche Drüsen finden sich auch an den Haaren von *Bombyx salicis.*

Die Spinndrüsen der Spinnen und Insectenlarven. Der Stoff, aus welchem die Spinnen ihre Gewebe verfertigen, wird durch eine Menge von Drüsen secernirt, die zwischen den Eingeweiden des Hinterleibes liegen und auf vier (bei *Mygale)* oder sechs (bei den übrigen Araneen) Spinnwarzen münden. Die feinere Structur dieser Drüsen ist sehr einfach und gleichförmig, indem überall eine secernirende Zellenschicht zwischen einer *tunica propria* und einer *tunica intima* liegt. Ihre Zahl ist häufig ganz enorm; so zählt man bei *Epeira* über tausend.

Die Spinnwarzen haben die Form schief oder gerade abgestumpfter Kegel und bestehen aus zwei oder drei Gliedern. Die Ausführungsgänge der Drüsen ragen als die sogenannten Spulen oder Spinnröhren über die Gipfel der Warzen hinaus, und der Spinnefaden besteht also aus so viel einzelnen Strängen, als Drüsen und Spulen vorhanden sind.

Die Larven vieler holometabolischen Insecten, welche entweder schon vor dem Puppenzustande in einem gemeinschaftlichen Gewebe leben, wie manche Raupen, oder sich für ihr Puppenleben einspinnen, sind mit Spinndrüsen *(sericteria)* versehen, deren Structur mit derjenigen der Speicheldrüsen übereinstimmt, und die als fadenförmige, während der Spinnzeit anschwellende Schläuche zu beiden Seiten des Darmkanals liegen. Ihre Ausführungsgänge münden an der Unterlippe. Bei der Larve von *Myrmeleon* versieht der Mastdarm die Stelle der Spinndrüse.

Fortpflanzungssystem A. Die Geschlechtsorgane. Unter den Crustaceen sind nur bei manchen Cirripedien beiderlei Geschlechtsorgane in demselben Individuum vereinigt. Das Ovarium der Lepaden liegt im Stiel, bei den Balanen zerfällt es in mehrere, zwischen den Mantelblättern befindliche Partieen. Bei beiden verweilen die Eier bis zum Auskriechen der Jungen in der Mantelhöhle. Die Hoden bestehen aus zwei Haufen traubenförmig vereinigter Follikel, zu den Seiten des Darmkanals. Ihre weiten *vasa deferentia* vereinigen sich am Grunde des bekannten schwanzförmigen Anhanges, durch welchen sich der *ductus eiaculatorius* erstreckt.

Bei den übrigen Crustaceen sind die weiblichen und die männlichen Organe auf verschiedene Individuen vertheilt, sind aber deshalb häufig verkannt worden, weil beiderlei Geschlechtswerkzeuge oft täuschend in den äusseren Formen sich einander wiederholen. Zu anderen irrigen Meinungen hat der Umstand Veranlassung gegeben, dass bei einigen Gruppen, z. B. den Copepoden, selten, bei manchen Arten der Cladoceren noch gar nicht die Männchen gefunden sind, und dass bei anderen Ordnungen, namentlich den Parasiten, häufig die Männchen so ausserordentlich klein im Vergleich zu den Weibchen sind, dass sie leicht ganz übersehen werden, oder, bei ihrem schmarotzenden Aufenthalt am Weibchen, selbst

wieder für eigene Schmarotzergattungen der Weibchen gehalten worden sind.

Unerachtet der vielen Abweichungen in den verschiedenen Ordnungen und weiteren Unterabtheilungen, lässt sich doch ein gemeinsamer Typus der Geschlechtsorgane, sowohl der weiblichen als der männlichen, nicht verkennen, daher auch die genauere Beschreibung aller dieser Variationen mehr ein specielleres zootomisches Interesse hat, als wir hier verfolgen.

Weibliche Geschlechtsorgane der Crustaceen und Myriopoden.

Die gewöhnlich doppelten Ovarien liegen neben dem Darme; sie sind theils (Parasiten, Lophyropoden, Lämodipoden, Isopoden, Amphipoden u. a.) einfache Schläuche, theils (z. B. bei *Apus*) vielfach verästelt. Das Ovarium von *Astacus fluviatilis* ist dreilappig, indem die beiden seitlichen Lappen den beiden Ovarien der übrigen Crustaceen entsprechen; es liegt unter dem Herzen. Zu jedem Eierstock gehört ein besonderer Eileiter, und beide Eileiter münden, nach einem längeren oder kürzeren Verlaufe gesondert, gewöhnlich an der Basis eines Fusspaares nach aussen, z. B. bei den Anomuren und Macruren am dritten Fusspaare, bei den Brachyuren auch an demselben Körpersegment, aber zu den Seiten der Mittellinie. Die meisten weiblichen Crustaceen tragen die befruchteten Eier noch eine Zeit lang, meist bis zum Auskriechen der Embryonen, mit sich umher. Sie sind deshalb oft mit besonderen Hülfsorganen ausgestattet. (Fig. 52.) Dahin gehören u. a. die in der Nähe der Geschlechtsöffnungen mündenden Drüsenschläuche, die einen Kitt zur Befestigung der Eier absondern (Entomostraca). Sehr häufig sind auch, wo diese Kittorgane fehlen, am Bauche besondere Bruttaschen *(marsupium)* zur Aufnahme der Eier angebracht (Lämodipoden, Asseln, Amphipoden u. a.) Bei den Decapoden werden die Eier durch die bei den Weibchen stärker entwickelten Afterfüsse gehalten.

Die beiden Hauptabtheilungen der Myriopoden sind auch durch ihre Geschlechtswerkzeuge getrennt. Der Eierstock der Chilognathen ist doppelt, beide Eierstöcke entweder von einem gemeinschaftlichen Sacke umhüllt *(Polyxenus, Glomeris, Julus, Polydesmus)* oder jeder von einem eigenen Sacke umgeben *(Craspedosoma)*. Die Geschlechtsöffnungen dieser Gattungen liegen paarig unmittelbar hinter dem 2. Fusspaar. Der Eierstock der Chilo-

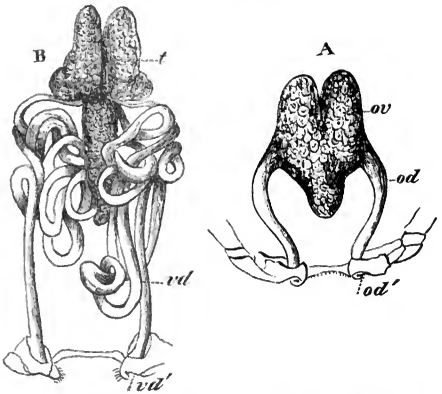


Fig. 52. A Weibliche Fortpflanzungsorgane des Flusskrebses (n. Huxley). *ov* Eierstock; *od* Eileiter; *od'* Mündung desselben. B Männliche Fortpflanzungsorgane des Flusskrebses (n. Huxley). *t* Hode; *vd* Samenleiter; *vd'* Mündung des Samenleiters.

poden *(Lithobius, Scolopendra* etc.) ist einfach und liegt oberhalb des Verdauungskanals. Allgemein finden sich *receptaculum seminis* und zwei bis vier accessorische Drüsen.

Männliche Geschlechtsorgane der Crustaceen und Myriopoden.

Nur selten, wie bei den *Cyclopidae*, ist der Hode einfach; in der Regel ist er doppelt, und es findet sich demnach meist auch jederseits ein Ausführungsgang, mit dem äussere Ruthen in Verbindung stehen. Die Mündungen der *vasa deferentia*, deren letzten, erweiterten Theil man bei den höheren Ordnungen als *ductus eiaculatorius* bezeichnet, liegen sehr verschieden, so z. B. bei den meisten Decapoden, am Hüftgliede des letzten Fusspaares.

Sehr viele männliche Crustaceen sind mit äusseren Copulationsorganen ausgestattet, mit welchen sie bei der Begattung die Weibchen festhalten. Gewöhnlich sind dies Krallen oder Haken an einem oder mehreren Fusspaaren, oder auch an einem Beine. In secundäre Ruthen ist das erste Paar Afterfüsse vieler Decapoden umgewandelt. Bei den Cyclopiden und manchen Decapoden bilden sich Spermatophoren. In dem unteren Theile der Ausführungsgänge sondert sich der Samen in einzelne cylindrische oder birn-

förmige Partieen, welche sich mit einer homogenen Membran umgeben. Von den Männchen der *Cyclopidae* werden diese Schläuche aussen an die Vulva des Weibchens geklebt.

Auffallende Eigenthümlichkeiten bieten die Geschlechtsverhältnisse der Ostracoden dar. Sie besitzen eine wunderbar geformte Schleimdrüse *(glandula mucosa)*, deren Secret zur Reifung der Zoospermien von Wichtigkeit zu sein scheint. Ihr Begattungsapparat ist complicirter, als er sich sonst bei den Crustaceen findet. Am merkwürdigsten sind aber die Zoospermien, welche einzeln einen Ueberzug von jenem Schleime bekommen, den sie später, gleichsam sich häutend, abwerfen. Ferner haben diese Samenkörperchen einen undulirenden Spiralsaum, rechts oder links gewunden, je nach der Körperhälfte, in der sie entstehen, und endlich erreichen sie die absolut grösste Länge, die bis jetzt in der Thierwelt beobachtet ist, indem sie bei *Cypris ovum* $^2/_3$'''—1''' lang sind, über dreimal länger als das Thier selbst.

Die männlichen Geschlechtstheile der Myriopoden sind fast in jeder Unterabtheilung dieser Ordnung nach einem besonderen Typus gebaut. Während bei einigen (z. *Lithobius)* nur ein Hodenschlauch, gewöhnlich mit einem Paar Nebenhoden, sich sondert, haben andere Gattungen (z. B. *Glomeris*) zwei Hoden, und bei *Julus* sind eine Menge einzelner Hodenblasen in zwei Reihen vorhanden, die auf zwei, durch Queranastomosen verbundenen *vasa deferentia* aufsitzen. Die Geschlechtsöffnungen sind denen der Weibchen entsprechend. Die Bedeutung mehrerer Drüsen, deren Ausführungsgänge nach den Geschlechtsmündungen führen und welche auch die Weibchen besitzen, kennt man nicht.

Mehrere Chilognathen, z. B. *Polydesmus* und *Julus*, besitzen einen eigenthümlichen Begattungsapparat, der bei *Polydesmus complanatus* an die höheren Cruster erinnert, indem ein Fusspaar dazu verwendet ist. Die Begattung ist eine ähnliche, wie bei den Arachniden und Libelluliden. Dagegen hat kein Chilopode ein Begattungsorgan, wohl aber wird der Same in feste Spermatophoren verpackt, welche sich bei *Geophilus convolvens,* nachdem sie abgelegt sind, das Weibchen selbständig aneignen muss.

Mit Ausnahme der Tardigraden, deren hermaphroditische Geschlechtstheile aus einem grossen schlauchförmigen Ovarium, über dem hinteren Theile des Darmkanals gelegen, und aus zwei länglichen, mit dem Ovarium in die Cloake mündenden Hoden nebst

einem Samenbläschen bestehen, sind die Arachniden getrennten Geschlechtes.

Weibliche Geschlechtsorgane der Arachniden.

Die Ovarien sind in der Regel doppelt vorhanden, verschmelzen aber zuweilen so in der Mitte (bei den Phalangien), dass sie einen einzigen Bogen bilden, und bei den Scorpioniden bestehen sie aus drei engen, parallelen Schläuchen, welche durch vier Paar Querkanäle verbunden sind. Die beiden Eileiter gehen bei den Phalangien in eine Art von Uterus über, aus welchem sich ein zweiter langer und gewundener Oviduct fortsetzt; in der Regel aber führen die kurzen Oviducte gleich in die Scheide (z. B. bei den Araneen) oder in eine Legeröhre (bei mehreren Milben) über. Auch die Phalangien besitzen eine gegliederte Legeröhre. In die Scheide münden sehr häufig auch die Ausführungsgänge zweier Schläuche, die bei den Araneen wenigstens, denen sich *Pentastomum* anschliesst, als *receptacula seminis* functioniren, bei anderen Arachniden aber vielleicht als Kittorgane zu deuten sind. Die äussere Geschlechtsmündung befindet sich theils am Hinterleibe, z. B. bei den Araneen und vielen Acarinen, theils an der Brust, wie bei anderen Acarinen (*Acarus*, *Ixodes*).

Die paarigen Ovarien der Pycnogoniden liegen zwischen Rückengefäss und Darm; lange Aussackungen erstrecken sich von ihnen in die Extremitäten. Ganz ähnlich die Hoden.

Männliche Geschlechtsorgane der Arachniden.

Die Hoden variiren sehr an Zahl und Form, wiewohl die Duplicität vorherrscht, so z. B. bei den Araneen, deren Hoden zwei sehr lange und gewundene Schläuche sind. Ihre Ausführungsgänge münden zwischen den Lungensäcken an der Basis des Hinterleibes. Nur wenige Arachniden, z. B. die Phalangien, besitzen einen Penis; sehr häufig aber dienen die eigenthümlich gestalteten Palpen als Begattungsorgane. So bringen die männlichen Araneen vermittelst ihrer löffelartigen Palpen die Samenflüssigkeit auf die Vulva der Weibchen.

Bei *Pentastomum* finden sich, entsprechend den zwei drüsigen Anschwellungen der *vasa deferentia*, zwei als Begattungsorgane fungirende Cirren, ihnen zur Seite Chitinspitzen.

Bei allen Insekten sind die Geschlechtswerkzeuge auf verschiedene Individuen vertheilt, indem die sogenannten Geschlechts-

losen in den Kolonieen der Bienen und Ameisen unentwickelte Weibchen, in den der Termiten unentwickelte ♂ und ♀ sind, diejenigen Aphiden aber und Dipteren-Larven, welche ohne Befruchtung eine Brut hervorbringen, mit einer, morphologisch nicht vom Ovarium zu trennenden Keimdrüse ausgestattet sind. Die Geschlechtsorgane entwickeln sich vorzüglich während des Puppenzustandes, ihre Keime sind jedoch schon bei den Larven sehr früh zu entdecken, und man kann z. B. schon an den jungen Raupen die Geschlechter unterscheiden. In den besonderen Formen, namentlich der Ovarien und Hoden, unendlich mannichfaltig, zeigen die Generationsorgane der Insekten doch im Allgemeinen eine Uebereinstimmung, die zum Theil noch mehr hervortritt, als bei den Crustaceen und Arachniden.

Weibliche Geschlechtsorgane der Insekten.

Die beiden Ovarien nehmen, wenn sie ausgebildet sind, häufig den grössten Theil des Hinterleibes ein; sie bestehen aus einzelnen Röhren oder Schläuchen, in denen immer nur eine Reihe Eier liegt, die weniger entwickelten nach dem blinden Ende zu, so dass sie ein perlschnurförmiges Ansehen haben. Nur bei einigen Ordnungen ist die Zahl der Röhren eine geringe, wie bei den meisten Hemiptern; auch die Lepidoptern haben nur vier sehr lange Schläuche. Gewöhnlich aber sind sie in grösserer Menge vorhanden und auf die verschiedenartigste Weise gruppirt. Das offene Ende der Eiröhren führt in die beiden gewöhnlich kurzen Tuben oder Eileiter, und diese vereinigen sich zu einem gemeinschaftlichen Ausführungsgange, dessen Ende die eigentliche Scheide ist. Mit diesem Ausführungsgange stehen aber noch mehrere schlauchförmige und drüsenartige Organe in Verbindung, durch deren nähere Kenntniss erst manches sonst Räthselhafte in der Fortpflanzungsgeschichte der Insekten aufgeklärt wird. Am weitesten nach hinten mündet die Samentasche *(receptaculum seminis),* die vielleicht nur den Läusen und Verwandten fehlt, bei den meisten Insekten aber einfach oder auch (bei vielen Diptern) dreifach sich findet. Ihr oberer Theil ist der Samenbehälter *(capsula seminalis),* dessen innere Wandung meist eine hornige Beschaffenheit und eine braune Färbung hat. Durch einen *ductus seminalis* steht die Samenkapsel mit der Scheide in Verbindung. Nicht selten mündet in den Gang der Samentasche eine paarige oder unpaarige Drüse *(glandula appendicularis)* von noch ungewisser Bestimmung.

Ein zweites, vor der Samentasche (von der äusseren Geschlechtsöffnung an gerechnet) in die Scheide mündendes Anhängsel ist die gewöhnlich birnförmige Begattungstasche *(bursa copulatrix)*. Sie kommt jedoch weniger häufig vor, indem sie mehreren Ordnungen, vielen Hemiptern, den Diptern, Hymenoptern, vielleicht auch den Neuropteren fehlt. Von den Orthopteren besitzen sie die Libelluliden. (Fig. 53.) Sie dient bei der Begattung zur Aufnahme des männlichen Gliedes und häufig auch des Samens, der nicht selten von besonderen häutigen Kapseln (Samenschläuchen, Spermatophoren) umgeben ist. Nie scheint jedoch der Same längere Zeit in der *bursa copulatrix* zu verweilen; der eigentliche Aufbewahrungsort desselben ist das *receptaculum seminis*, wohin die Zoospermien wahrscheinlich durch eigene Bewegung gelangen. Hier aber, in der Samentasche, behält der Same lange seine befruchtende Kraft, und die Befruchtung geschieht, ganz unabhängig vom Begattungsacte, während die Eier an der Mündung des *receptaculum seminis* vorbeigehen.

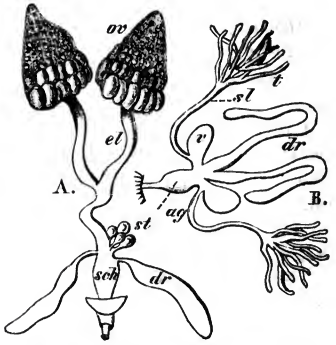


Fig. 53. *A.* Weibl. Geschlechtsapparat v. *Gymnosoma rotundata*, Zweiflügler (n. Graber). *ov* Eierstock; *el* Eileiter; *dr* Kittdrüsen; *st* Samentaschen; *sch* Scheide. *B.* Männlicher Geschlechtsapparat eines Borkenkäfers (n. Graber). *t* Samendrüsen; *sl* Samenleiter; *v* Samenblase; *dr* Anhangsdrüsen; *ag* Ausführungsgang.

Endlich ergiessen bei vielen Insekten noch besondere Kitt- oder Schleimdrüsen *(glandulae sebaceae)* ihr Secret in die Scheide, nahe bei deren Oeffnung, und diese Absonderung dient dazu, die gelegten Eier unter einander zu verbinden und hie und da zu befestigen.

Ueber die äusseren Geschlechtstheile ist oben Seite 127 ff. gehandelt.

Männliche Geschlechtsorgane der Insekten.

Die paarigen Hoden zeigen fast noch mannichfaltigere Formen als die Ovarien, indem sie zwar auch bei einigen Ordnungen, wie den Diptern und Lepidoptern, aus zwei einfachen, birnförmigen (Dipt.) oder länglichen Schläuchen bestehen, in den meisten Fällen

aber aus einer grösseren Anzahl in verschiedenster Weise gruppirter Blindröhren zusammengesetzt sind und nicht selten in ihrer Anordnung die Eierstöcke täuschend nachahmen. Häufig sind die Hoden durch eine eigenthümliche Pigmentschicht gefärbt, auch von einer besonderen Haut eingehüllt.

Die Hodenröhrchen münden durch kurze Ausführungsgänge in die beiden *vasa deferentia*, die nicht selten (z. B. bei *Nepa, Carabus, Cerambyx*) ausserordentlich lang und dann knäuel- oder spiralförmig gewunden sind. Als Samenblasen bezeichnet man die an dem unteren Ende der Samenleiter befindlichen Erweiterungen. Beide Samenleiter vereinigen sich zu einem gemeinschaftlichen *ductus ejaculatorius*, und kurz hinter der Vereinigungsstelle münden in diesen gewöhnlich mehrere schleimabsondernde Drüsen. Dieser Schleim dient hauptsächlich zur Umhüllung des Samens, mit dem er in die Begattungstasche ergossen wird, bildet auch, indem er eine membranöse Beschaffenheit annimmt, die oben erwähnten Spermatophoren.

Die männlichen Begattungsorgane zeigen bei den einzelnen Insektenarten eine so bestimmte Form der verschiedenen sie bildenden Leisten, Platten und Zangen, dass sie ganz genau an und in die weiblichen Geschlechtsorgane passen und schon deshalb eine Vermischung der Arten sehr erschwert ist. Fast überall ist ein Penis vorhanden, in welchen der *ductus ejaculatorius* übergeht. Er wird entweder von mehreren Schienen oder Klappen scheidenartig umgeben, wie bei vielen Diptern, den Lepidoptern, Hymenoptern, Orthoptern, Neuroptern, oder ist von einer hornigen Kapsel umschlossen, wie bei den Hemiptern und Coleoptern, bei welchen letzteren die Ruthe noch von besonderen kleinen Leisten und Gräten unterstützt wird. Gewöhnlich liegen die Copulationsorgane ausser dem Begattungsact im Hinterleibsende verborgen.

Eine der merkwürdigsten Abweichungen findet sich bei den Libellen. Ihr *ductus ejaculatorius* mündet am Hinterende, von zwei kleinen Klappen bedeckt, der Penis aber liegt weit davon entfernt, vorn an der Bauchseite des Abdomen, und bei ihm eine Samenblase, in welche das Männchen vor der Begattung die Samenflüssigkeit ergiesst. Ein hinter dem Penis befindlicher Zangenapparat dient zum Festhalten des Weibchens während der Begattung.

Fortpflanzungssystem. B. Die sogenannte ungeschlechtliche und die geschlechtliche Vermehrung und die Entwicklung. Einige Zweiflügler — *Cecidomyia*

und *Miastor* — werden schon als Larven zeugungsfähig, und man war geneigt, hier einen Fall des Generationswechsels zu erblicken, bis es sich ergab, dass die in den Larven sich bildenden Larven aus wirklichen Eiern hervorgehen, welche aber der Befruchtung nicht bedürfen. Die Jungen durchbrechen die Haut der alten Larven, nachdem sie sich von deren Fettkörper und Organen genährt. Auf eine Reihe solcher Larvengenerationen folgt die aus Puppen hervorgehende Generation der geflügelten Männchen und Weibchen.

Hieran reiht sich der sogenannte Generationswechsel der Blattläuse. Aus den im Herbste gelegten befruchteten Eiern schlüpfen im Frühjahr nur Weibchen aus, deren Geschlechtsorgane jedoch durch den Mangel des *receptaculum seminis* und der Kittdrüsen sich von denen der sich begattenden Individuen unterscheiden. Die Bildung des Embryo und die Anlage seiner Organe haben zwar manche Eigenthümlichkeiten, zeigen aber durch die Homologie mit der Entwicklung anderer Insekten aus befruchteten Eiern die Richtigkeit der Auffassung, dass es sich nicht um einen Generationswechsel handelt. Diese Art der Fortpflanzung der Aphiden dauert den Sommer hindurch. Die letzte Generation sind die beiden Geschlechter. So ordnen sich also diese Fälle der von verschiedenen anderen Insekten, auch den Cladoceren, Phyllopoden und anderen Krebsen bekannten jungfräulichen Fortpflanzung, der Parthenogenesis unter. Das geläufigste Beispiel gewährt die Honigbiene, deren Männchen aus unbefruchteten wahren Eiern hervorgehen. Von einer anderen Hymenoptere, *Polistes gallica,* überwintern die befruchteten Weibchen. Aus ihren Eiern gehen blos weibliche Individuen hervor, deren unbefruchtete Eier die Männchen geben. Aehnliches bei den Wespen und unter den Schmetterlingen bei den Psychiden.

Die embryonale Entwicklung auch der Arthropoden beginnt mit der Furchung, als einem Zellenbildungsprocess. Bei den niederen Krebsen scheint der ganze Dotter gleichmässig sich zu klüften und der Leib aus der daraus resultirenden Keimhaut zugleich allseitig angelegt zu werden[1]). Bei den meisten Arthropoden

1) Eine vielleicht höchst bedeutungsvolle Recapitulation dieses Vorgangs findet bei einzelnen Insekten statt, nämlich bei mehreren Gattungen der Pteromelinen aus der Abtheilung der Ichneumoniden. Auch hier entsteht der Embryo nicht aus einer beschränkten Keimanlage, sondern allseitig und nimmt auffallend die Gestalt eines parasitischen Copepoden an. Darauf beginnt die Metamorphose dieser ersten cyclopsähnlichen Larvenform mit einer Häutung, und im Innern treten Rückbildungen und

aber tritt von vorn herein bei ungleichmässiger Furchung der innere grobkörnige nutritive Dotter in Gegensatz zum oberflächlichen Bildungsdotter und sehr bald auch die durch den Keimstreifen bezeichnete Bauchseite zum Rücken. Das den Dotter umgebende Blastoderm entsteht entweder auf einmal, oder eine aus einer sogenannten partiellen d. h. ungleichen Furchung stammende Keimscheibe umwächst den Dotter.

Die Art, wie aus diesem einschichtigen primitiven Blastoderm sich die anderen Keimblätter sondern, ist verschieden. So z. B. scheidet bei *Oniscus*[1]) aus dem Blastoderm oder Ectoderm ein Zellhaufen gegen den Dotter zu aus, ein Keimhügel, aus welchem sich das Mesoderm und Entoderm (Darmdrüsenblatt) abgliedern. Bald darauf sieht man den Keimstreifen als eine Verdickung des oberen Blattes. (Fig. 54.)

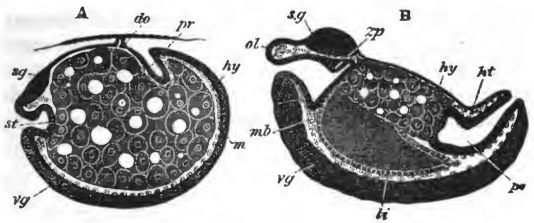


Fig. 54. Längsschnitte durch den Embryo von *Oniscus murarius* (n. Bobretzky). *st* Vorderdarm; *pr* Hinterdarm; *hy* Entoderm; *m* Mesoderm; *vg* Bauchganglienkette; *sg* oberes Schlundganglion; *li* Leber; *do* Rückenorgan; *zp* Anlage des Kauapparates; *ol* Oberlippe.

Vorder- und Hinterdarm entstehen als Einstülpungen vom Ectoderm aus, die Anlagen für die Körperanhänge als einfache Ausbuchtungen desselben, die Anlagen des Nervensystems ebenfalls aus einer Verdickung des oberen Blattes, eben dem Keimstreifen, der nun aus mehreren Schichten von Zellen zusammengesetzt ist und durch eine Längsfurche äusserlich in zwei parallele Keimwülste geschieden wird.

Zellenvermehrungen ein, womit die neue Larve das Verhältniss eines sich entwickelnden Eies annimmt. Nun erst wird der Keimstreifen angelegt, und es lenkt damit der Embryo in die Bahn der für die übrigen Insekten normalen Entwicklung.

1) Als treffliches Beispiel, an dem man sich in die Entwicklung der Arthropoden einarbeitet, ist Bobretzkys Untersuchung über Oniscus zu empfehlen. Zeitschrift f. w. Zool. XXIV. 1874.

Die Musculatur mit dem Herzen entnimmt ihr Material dem Mesoderm. Der grösste Theil der Zellen des Darmdrüsenblattes, welches den Dotter in sich aufgenommen hat, wird zur Bildung der Leber verbraucht, aus dem Rest entsteht der kurze Mitteldarm, welcher schliesslich mit den oben genannten Einstülpungen, dem Vorder- und Hinterdarm verschmilzt. Anders bei vielen Insekten, wo die bei Bildung der Keimhautblase im Innern des Dotters zurückbleibenden Zellen zum Epithel des Mitteldarms, dem eigentlichen Entoderm, zusammentreten, nachdem das Zellenmaterial für die Mesodermbildungen ebenfalls aus dem Ectoderm durch eine gastrulaartige Einstülpung und Abschnürung derselben gewonnen worden ist.

Bei verschiedenen Crustern entstehen am Rücken embryonale Hüllen, als deren Rudiment ein nabelschnurähnlicher Zellenstrang am Rücken des *Oniscus* anzusehen. Eine grössere Rolle spielen diese Hüllen bei den Tracheaten, namentlich das aus einer ventralen Faltenbildung des Ectoderms hervorgehende sogenannte Amnion, welches den Embryo in ähnlicher Weise bedeckt, wie das gleichnamige Organ der Wirbelthiere. Vom Amnion trennt sich bei der Verwachsung der Falten das äussere Faltenblatt. (Fig. 55.)

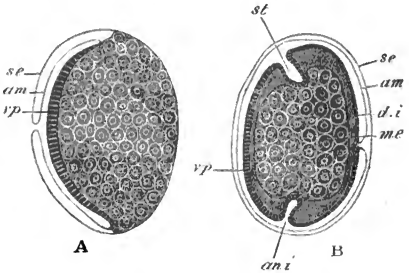


Fig. 55. Schematische Längsschnitte eines Insektenembryos mit den Embryonalhüllen (n. Balfour). In *A* haben sich die Amnionfalten noch nicht berührt. In *B* ist das von der Bauchplatte ausgegangene Rückenintegument fast vollständig. Mitteldarm als geschlossener von Dotterzellen erfüllter Sack. *am* Amnion; *se* seröse Hülle; *vp* Bauchplatte; *di* dorsales Integument; *me* Mitteldarm; *st* Vorderdarm; *ani* Hinterdarm.

Bei vielen Arthropoden ist mit dem Ausschlüpfen aus dem Ei die Entwicklung im Wesentlichen abgeschlossen z. B. beim Flusskrebs. Bei den übrigen folgt eine postembryonale Entwick-

lung, die wir in ihrem äusseren Verlauf als Metamorphose zu bezeichnen pflegen.

Der einfachere Fall der Metamorphose ist derjenige, dass die dem Ei entschlüpfte Larve ohne tiefer eingreifende histiologische Veränderungen allmälig zum geschlechtsreifen Thiere wird. Wir finden dieselbe vorzugsweise bei den Crustern.

Die meisten niederen Crustaceen (Rankenfüsser, Wurzelkrebse, Copepoden, Parasiten) verlassen das Ei im sogenannten Nauplius-Zustande[1]). Der Körper ist ei- oder birnförmig, trägt an dem stumpferen Stirnende ein einfaches Auge und ist mit zwei oder drei Paar Ruderfüssen mit Borsten versehen (innere, äussere Antennen, Mandibeln). Diese Larven bestehen eine mehrmalige Häutung, womit die Metamorphose weiter schreitet oder, bei den Lernäen und Wurzelkrebsen, zur rückschreitenden Metamorphose wird, indem die Gliedmaassen bis auf Rudimente oder spurlos verschwinden. Bei fast allen höheren Krebsen ist das Naupliusstadium in der Ontogenesis verloren gegangen oder auf schnell vorübergehende Stadien während der Eientwicklung beschränkt. Jedoch hat sich das volle Naupliusstadium auch bei einzelnen Decapoden erhalten (*Peneus* von der Küste von Desterro). (Fig. 56.)

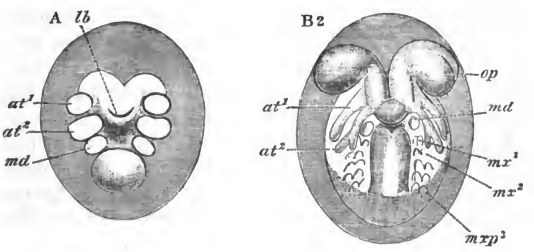


Fig. 56. Zwei Entwicklungsstadien von *Palaemon* (n. Balfour). *A* Naupliusst. *B* Stadium mit 8 Anhangspaaren. *op* Augen; at^1, at^2 erste, zweite Antenne; *md* Oberkiefer; mx^1, mx^2 erster, zweiter Unterkiefer; mxp^3 dritter Kieferfuss; *lb* Oberlippe.

Bei der Mehrzahl der Decapoden und besonders den Kurzschwänzen tritt die sogenannte Zoea-Stufe auf. Die das Ei

1) Die Larve wurde als Gattung *Nauplius* beschrieben; ebenso *Zoea*. Fig. 32.

verlassende Larve ist dem ausgebildeten Thiere ähnlicher, pflegt sich aber durch lange stachelförmige Fortsätze des Panzers und durch starke Entwicklung des Postabdomens auszuzeichnen. (Fig. 57.)

Fig. 57. Krabben-Zoea (n. Balfour). *ht* Herz.

Alle diese Verwandlungen haben das Gemeinsame, das zwar neue Segmente und Anhänge an und zwischen die schon vorhandenen sich an- und einschieben (abgesehen von den Fällen der Rückbildung), dass aber doch der einmal angelegte Larvenkörper nach und nach unter Verlust der provisorischen und Herausbildung der bleibenden Organe in den definitiven Zustand übergeht. So verhält es sich auch bei den chilognathen Tausendfüsslern, deren aus dem Ei kommende Larven nur mit 3 Paar Beinen versehen sind. Die Chilopoden dagegen (Fig. 58) erhalten schon auf einem frühen embryonalen Stadium die sämmtlichen Gliedmaassenpaare. Unter den Arachniden ist die Verwandlung mancher Milben in die Länge gezogen durch mehrfache Häutungen. So kommt bei *Atax*

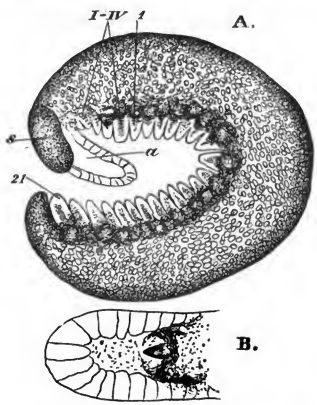


Fig 58. *A.* Embryo von *Cryptops hortensis*. *s* Kopfplatte; *a* Antenne; *I* u. *II* die beiden in Fig. 39 mit *u'* und *u* bezeichneten Mundtheile; *III* der erste Hülfskiefer (Fig. 39 *p*); *IV* der zweite, grosse Hülfskiefer; 1—21 die 21 Fusspaare. *B.* Der erste Hülfskiefer mit dem embryonalen Zähnchen mehr vergrössert.

(dem Schmarotzer der Unionen) durch Platzen der Eihaut ein sogenanntes Deutovum zum Vorschein, in welchem eine theilweise Verschmelzung von schon vorher ausgebildeten Organen, der Mandibeln und Taster, eintritt. Dieselben lösen und entwickeln sich dann erst wieder während eines späteren Larvenstadiums. Bei *Myobia* geht sogar dem ersten freien Larvenstadium ein Tritovum voraus.

Auch bei den Insekten findet meist, wie man am längsten wusste und für die Systematik verwerthete, eine Verwandlung, eine nachembryonale Entwicklung statt. Allein viel wichtiger und eingreifender als die äusseren Erscheinungen, welche die „vollkommene" oder „unvollkommene" Metamorphose begleiten, sind innere Bildungsvorgänge, welche weit über die Gränzen einer Verwandlung hinausgehen können. Die beiden wesentlichsten Formen der Insektenverwandlung fasst Weismann[1]) in folgenden Sätzen zusammen.

„Wir können zwei sich diametral gegenüberstehende Formen der Insektenmetamorphose unterscheiden, die eine, repräsentirt durch *Corethra* (eine Mücke) steht der Entwicklung ohne Metamorphose am nächsten, die andere durch *Musca* (Fliege), entfernt sich am weitesten von der metabolischen Entwicklung und stellt die extremste Form der Metamorphose dar. Ganz allgemein ausgedrückt bestehen die Unterschiede zwischen beiden darin, dass einmal eine continuirliche, das andere Mal eine discontuirliche Entwicklung stattfindet, in dem Sinne nämlich, dass Körpertheile und Organe des einen Entwicklungsstadiums sich von dem gleichnamigen des vorangehenden Stadiums direct herleiten, oder dass solches nicht der Fall ist, vielmehr Körpertheile und innere Organe des späteren Entwicklungsstadiums im Wesentlichen Neubildungen sind."

„Kurz charakterisiren lassen sich beide Formen etwa so: Typus *Corethra:* die Larvensegmente wandeln sich direct in die entsprechenden Abschnitte des Imagokörpers um; die Anhänge des Kopfes in die entsprechenden des Imagokopfes; die des Thorax entstehen nach der letzten Larvenhäutung als Ausstülpungen der Hypodermis um einen Nerven oder eine Trachea, von deren zelliger Hülle die Gewebsbildung im Innern des Anhanges ausgeht. Die Larvenmuskeln der Abdominalsegmente werden unverändert in die Imago herübergenommen, die der Imago eigenthümlichen Thorakalmuskeln, sowie einige weitere Abdominalmuskeln entwickeln sich in

1) Die Metamorphose der *Corethra plumicornis*. Leipzig 1866.

der letzten Larvenperiode aus indifferenten im Ei bereits angelegten Zellensträngen. Die Genitaldrüsen datiren aus dem Embryo und entwickeln sich stetig, alle übrigen Organsysteme gehen ohne oder mit geringer Veränderung in die Imago über. Kein oder nur ein unbedeutender Fettkörper. Puppenzustand kurz und mit activem Leben."

„Typus *Musca:* Thorax und Kopf entstehen unabhängig von den entsprechenden Hypodermisabschnitten der Larve, nur das Abdomen direct durch Umwandlung der acht hinteren Larvensegmente. Thorax und Kopf entwickeln sich aus Imaginalscheiben, welche embryonalen Ursprungs und im Innern der Leibeshöhle der Larve an Nerven oder an Tracheen festgewachsen sind. Erst nach der Bildung einer tonnenförmigen Puppenschale aus dem Chitinskelet der Larve wachsen die Imaginalscheiben zum Thorax und Kopf zusammen. Zerstörung sämmtlicher Larvenorgane entweder total oder durch Histolyse. Neubildung derselben unter Vermittlung der aus dem zerfallenen Fettkörper hervorgegangenen Körnchenkugeln. Genitaldrüsen im Embryo angelegt entwickeln sich stetig weiter. Puppenzustand lang dauernd und mit latentem Leben."

Man sieht sich vergeblich nach völlig zutreffenden Analogien dieser Entwicklungsweise in anderen Stämmen des Thierreiches um, und innerhalb der Arthropoden fehlt uns noch die nöthige Uebersicht. Wir haben oben gelegentlich der Mittheilungen über Milben und Pteromalinen auf die mehr oder minder frappante Rückkehr aus einem schon vorgeschrittenen Entwicklungsstadium in den eiähnlichen Zustand hingewiesen.

VI. Mollusca. Weichthiere.

v. Hessling, Die Perlmuschel und ihre Perle. Leipzig, 1859.
Reeve, *Conchologia iconica* etc. London, 1841 ff.
H. a. A. Adams, *The genera of recent Mollusca.* London, 1853—1858.
Verany, *Les Cephalopodes de la Méditerranée. Genua.*
Rabl, Entwicklungsgeschichte der Malermuschel. Jena, Zschft. f. Naturw. X. 1876.
Fol, *Développement des Ptéropodes. Arch. de Zool. exp.* IV. 1875.
(Vollständigste Literatur der Entw.-Gesch. aller Weichthiere.)
Dazu Special-Untersuchungen namentlich über Muscheln und Schnecken von Lacaze-Duthiers in den *Annales des sc. n.* und *Archives* d. *Z. exp.*

Systematische Uebersicht über die Weichthiere.

Thiere von symmetrischem oder gestört symmetrischem Körperbau ohne ein wahres äusseres oder inneres gegliedertes Skelet, ohne Metamerenbildung. Der Rumpf ist ganz oder zum Theil von mantelartigen, schlüpfrigen Hautfalten umgeben, dem Mantel, welcher in der Regel ein kalkiges Gehäus absondert. Von ihrem Nervensystem bildet ein den Schlund umgebender Ring mit verschiedenen Ganglien den Hauptbestandtheil.

I. Lamellibranchiata. Acephala. Muscheln.

Die Mantelblätter sondern eine Schale ab, deren beide Klappen den Seiten des Thieres entsprechen und am Rücken gewöhnlich durch Gruben und Vorsprünge (Schloss), sowie durch ein elastisches Band vereinigt sind. Unter dem Mantel liegen jederseits zwei Kiemenblätter. Der Rumpf geht nach vorn in einen muskulösen Fuss aus.

1. **Ordnung.** *Monomyaria.* Einmuskelige. Die Schalen werden durch einen grossen mittelständigen Muskel geschlossen. Der Mantel ist ganz gespalten, am Rande mit Tentakeln besetzt. Das Schalenband liegt ganz oder zum Theil innerlich. Die Schalen sind ungleichklappig, meistens blättrig und unregelmässig.

Anomia. Ostrea. Spondylus. Pecten. Lima. Malleus.

2. Ordnung. *Dimyaria.* Zweimuskelige. Mit zwei Schliessmuskeln.

Mytilus. Arca. Anodonta. Unio. Cardium. Venus. Mya. Solen.

3. Ordnung. *Tubicolae.* Röhrenmuscheln. Thiere bohrend mit einer besonderen Kalkröhre versehen, womit die an beiden Enden weit klaffende symmetrische Schale verwachsen ist oder nicht.

Pholas. Teredo. Aspergillum.

Eine Zwischenform, welche sich jedoch enger an die folgende Klasse anschliesst, ist das durch seine röhrenförmige, an beiden Enden offene Schalen ausgezeichnete *Dentalium*, Elephantenzahn.

II. Cephalophora oder Gasteropoda. Kopfträger. Bauchfüsser.

Der der Anlage nach symmetrische Körper wird gewöhnlich unsymmetrisch ausgebildet und trägt einen, wenn auch mitunter sehr rudimentären Kopf mit 2 oder 4 Fühlern. In der Mundhöhle liegt eine gezähnelte Nageplatte (Zunge oder Radula). An der Bauchseite ein Kriechfuss.

1. Ordnung. *Opisthobranchia.* Hinterkiemer. Die Kiemen mit Herzarterie und Vorkammer liegen hinter der Kammer. Wasser athmende, im Meere lebende Zwitter.

I. Familiengruppe. *Notobranchia s. Gymnobranchia.* Nacktkiemer.

Athmungsorgane sind durch die Haut vertreten oder stehen frei auf dem Rücken. Kein Gehäus.

Aeolis. Glaucus. Doris. Tethys. Dendronotus.

II. Familiengruppe. *Pleurobranchia.* Seitenkiemer. Deckkiemer.

Die Ahmungsorgane liegen unter dem Mantelrande.

Pleurobranchus. Umbrella. Aplysia. Bulla.

2. Ordnung. *Pteropoda.* Ruderschnecken. Kopf mehr oder weniger undeutlich. Am Vordertheile zwei seitliche Flossen, zwischen denen sich das Rudiment des Fusses befindet.

I. Familiengruppe. *Gymnosomata.*

Mantel und Schale fehlen. Flossen und Fuss getrennt.

Clio. Pneumodermon.

II. Familiengruppe. *Thecosomata.*

Mantel und Schale vorhanden. Flossen unter dem Körper verwachsen.

3. **Ordnung.** *Pulmonata.* Lungenschnecken. Auf dem Lande oder im Süsswasser lebende Zwitter, nackt oder mit gewundenem Gehäus, welche Luft athmen.

1. Unterordnung. *Basommatophora.*

Augen an der Basis der zwei Fühler. Kiemenhöhle, der Kiemen verlustig, für die Luftathmung verwendet. (Wasser-Lungenschnecken.)

Limnaeus. Planorbis.

2. Unterordnung. *Stylommatophora. Helicidae.*

Augen auf der Spitze der grossen hinteren Fühler. Lungenhöhle ein erweiterter Endabschnitt des Harnleiters resp. der Kloake (?).

Limax. Helix. Bulimus. Clausilia. Pupa.

4. **Ordnung.** *Prosobranchia.* Vorderkiemer. Die Herzkammer liegt stets hinter dem Athemorgan und hinter der Vorkammer. Der Fuss ist einfach plattsolig entwickelt. Der Mund ist in eine Schnauze oder Rüssel verlängert. Die Geschlechter getrennt.

1. Unterordnung. *Zygobranchia.*

Zwei Kiemen, eine rechte und eine linke in der dorsalen Mantelhöhle. Die Analmündung zwischen beiden. Herz, vom Mastdarm durchbohrt, mit 2 Vorkammern.

Haliotis. Fissurella.

2. Unterordnung. *Azygobranchia* oder *Anisobranchia.*

Die linke Kieme ist verkümmert; an ihre Stelle ist die ursprünglich rechte Kieme gerückt.

a) *Cyclobranchia* oder *Docoglossa.* Ein Kranz von Kiemenblättern am oberen Rande des Fusses. Schale napfförmig symmetrisch.

Patella.

b) *Rhipidiglossa.* Fächerzüngler. Die Reibeplatte besteht stets aus mehr als sieben Längsreihen von Zähnchen und an jede Querreihe schliessen sich jederseits zahlreiche schmale Blättchen an, fächerförmig geordnet.

Trochus. Nerita.

c) *Taenioglossa.* Bandzüngler. Die lange, schlanke Reibeplatte trägt eine Mittelreihe Zähne und jederseits drei Reihen Haken.

Natica. Capulus. Rissoa. Litorina. Paludina. Cypraea. Strombus. Aporrhais. Cassis. Tritonium. Dolium.

d) *Toxoglossa.* Pfeilzüngler. Die Zunge trägt zwei Reihen langer, hohler, zuweilen mit Widerhaken versehener Zähne, deren jeder an seiner Basis mit einem langen Muskelfaden versehen ist.

Conus. Terebra.

e) *Rhachiglossa.* Schmalzüngler. Lange schmale Radula mit drei Reihen Platten.

Voluta. Oliva. Mitra. Harpa. Buccinum. Nassa. Purpura. Murex.

Die Abtheilungen c) d) e) werden gewöhnlich als Kammkiemer, *Ctenobranchiata*, zusammengefasst.

Von zahlreichen anderen, durch besondere Eigenthümlichkeiten ausgezeichneten Sippen derselben seien *Vermetus* und *Janthina* genannt.

f) *Neurobranchiata.* Die Decke der Athmenhöhle, aus welcher die Kieme geschwunden, enthält ein Gefässnetz für die Luftathmung. Schale meist mit Deckel (Pulmonata operculata).

Cyclostoma.

g) *Heteropoda.* Kielfüsser. Diese, bisher gewöhnlich als besondere Ordnung betrachtete Gruppe enthält „durch Anpassung an die pelagische Lebensweise modificirte Prosobranchier" (Spengel). Ihr Kopftheil mit den Sinneswerkzeugen ist sehr ausgebildet. Der vordere Theil des Fusses zu einer senkrechten Flosse umgestaltet.

Pterotrachea. Carinaria. Atlanta.

Eine ganz absonderliche Stellung nimmt die Käferschnecke, *Chiton*, ein. Ihr Rücken enthält 8 Kalkplatten. Am oberen Rande des Fusses zahlreiche Kiemenblättchen. Ihre nächsten Verwandten findet man in den wurmartigen Gattungen *Chaetoderma* und *Neonemia*.

III. Cephalopoda. Kopffüsser.

Der vom Rumpf deutlich abgesetzte Kopf trägt im Umkreise der Mundöffnung Arme, welche als Greif-, Bewegungs- und Tastwerkzeuge dienen.

1. **Ordnung.** *Tetrabranchiata.* Vierkiemer. Vier Kiemen. Zahlreiche zurückziehbare und mit Scheide versehene Arme. Sie besitzen eine gekammerte Schale. Das Thier sitzt in der letzten, ein vom Mantel ausgehender Sipho erstreckt sich durch sämmtliche Kammern.

   Nautilus. Ammonites. Die letztere Gruppe hat wohl den heutigen Dibranchiaten sehr nahe gestanden.

2. **Ordnung.** *Dibranchiata.* Zweikiemer[1]). Jederseits im Grunde des Mantels nur eine Kieme. Sie besitzen ein eigenthümliches Absonderungsorgan, die Tintendrüse. Arme sind mit Saugnäpfen besetzt.

---

1) Brock. Versuch einer Phylogenie d. dibr. Cephalopoden. Morph., Jbch. 1880.

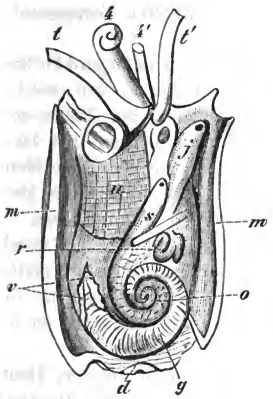


Fig. 59. *Spirula australis* ♂; geöffnet (n. Owen). *m* Mantel; 4 4' Copulationsarme, Bauchpaar; *t* Fangarme; *d* Saugnapf; Trichter; *o* Hode; *r* Spermatophorenkapsel; *s* Penis; *g* Schale; *v* Schalenscheide; *u* Rückziehmuskel.

1. Unterordnung. *Decapoda.* Zehnfüsser.

Zehn Arme, darunter ein Paar längere, einziehbare, die nur am Ende Saugnäpfe tragen.

I. Familie. *Belemnitidae.*

Complicirte innere Schale, aus dem gekammerten Phragmoconus und dem Rostrum oder der Scheide bestehend. Fossil.

II. Familie. *Oegopsidae.*

Linse freiliegend.

Loligopsis. Onychoteuthis.

III. Familie. *Myopsidae. Loliginen.*

Mit geschlossener oder nur fein durchbohrter Hornhaut.

Ommastrephes. Todarus. Sepioteuthis. Loligo. Sepiola. Sepia.

Eine frühe Abzweigung der Uordng. ist in *Spirula* erhalten. (Fig. 59.)

2. Unterordnung. *Octopoda.* Achtfüsser.

Acht Arme von gleicher Beschaffenheit.

Argonauta. Tremoctopus. Octopus. Eledone[1]).

Körperbedeckungen. Schalenbildung. Bei allen Weichthieren wird die oberste Hautschicht durch ein Epithelium gebildet, welches bei den Muscheln und Schnecken zeitlebens wimpert. Zwischen diesen Wimperzellen und den anderen nicht mit Wimpern besetzten Elementen der Epithelien finden sich zahlreiche Becherzellen (besonders bei den Landschnecken), das sind einzellige, der Schleimsecretion dienende Drüsen, endlich auch Zellen, welche in Borsten ausgehen oder mit einem Büschel feiner Härchen versehen sind (Pinselzellen), nach innen aber direct mit Nervenfasern zusammenhängen und als feine Tastwerkzeuge anzusehen sind. Der Körper an sich ist gewöhnlich vermöge der der Cutis

1) Der Körper der Cephalopoden ist so zu orientiren, dass er auf den Mund gestellt wird. Der Mund (ganz unzweifelhaft beim Embryo) ist vorn, der After hinten, die Mantelwölbung bildet den Rücken.

innig verwebten Muskelschicht der mannigfaltigsten Formveränderungen fähig.

Unter der Faserschicht der Cutis der Cephalopoden liegt die Schicht der Farbzellen oder Chromatophoren, von welchen die Färbung und das wunderbare Farbenspiel dieser Thiere ausgeht. Diese, mit gelblichem, braunem oder violettem und blauschwarzem Farbstoff erfüllten Zellen besitzen eine elastische Membran und können durch strahlenförmig sich an sie setzende Muskeln in verschiedenem Grade erweitert werden. Unter ihnen befindet sich die sogenannte Flitterschicht, der Sitz des metallischen Schimmers und opalisirenden Glanzes. Es sind platte, wahrscheinlich auch aus kernhaltigen Zellen hervorgegangene Tafeln, welche wieder aus kleineren Flittern oder Plättchen zu bestehen scheinen.

Fast alle Weichthiere zeichnen sich durch grössere Hautfalten und Ausstülpungen der Körperbedeckungen aus, den Mantel, welcher den nächsten Schutz des ganzen oder eines Theiles des Körpers bildet und häufig noch ein Gehäus absondert. Bei den Muscheln hängen die zwei Mäntelblätter wenigstens längs des Rückens zusammen. Im Uebrigen finden sich die verschiedensten Grade der Verwachsung, bis ein schmaler Spalt vorn zum Durchtritt des Fusses übrig bleibt und das Hinterende in eine, gewöhnlich zwei Röhren, Siphonen ausgeht, deren untere zum Eintritt des Wassers, die obere zum Austritt des Kiemenstromes sammt der Excremente u. s. w. dient. Der Mantel der gehäustragenden Schnecken bildet meist in der Nackengegend eine Höhlung für das Athemorgan und nach hinten und oben eine sackförmige Ausstülpung für die Aufnahme der Eingeweide. Die meisten Nacktkiemer besitzen den Mantel nur als Larven, so lange sie eine Schale tragen. Der Mantel der Cephalopoden liegt am Rücken und vorn fest an und ist mit den allgemeinen Hautdecken und deren Muskulatur verwachsen. Hinten bildet er einen tiefen Sack, in dessen Grunde die Kiemen liegen, und dessen freier Rand durch knopfartige Vorsprünge und ihnen entsprechende Gruben noch fester, als es durch die Zusammenschnürung an sich geschehen könnte, an den Körper angedrückt werden kann, wobei dann durch Pressung des oberen Theiles die Contenta des Mantelsackes durch den Trichter entleert werden.

Ein zweites wichtiges, mit den Körperbedeckungen innig zusammenhängendes Organ, der Fuss, tritt unter verschiedenen Ge-

stalten auf. Geht man von dem Fusse der Gastropoden als eigentlichem Fusse oder Protopodium aus, so ist es die mediane unpaare Anlage, welche überall, wo eine Larvenschale auftritt, den Deckel trägt. Ihm ist homolog der zipfelförmige Anhang der Pteropoden, welcher bei *Cleodora* und *Hyalaea* als „Mittellappen" mit den Flossen verschmilzt. Der Kielfuss der Heteropoden ist ein secundäres Gebilde, dem in der Entwicklung ein Protopodium vorangeht, auf dessen Kosten jener theilweise entsteht. Dem Fusse entspricht auch der aus zwei seitlichen Lappen und einem mittleren Theile, der Klappe bestehende Trichter der Cephalopoden. Ueber den Fuss der Muscheln, das keilförmige, von der Seite zusammengedrückte Bewegungsorgan als Homologon des Schneckenfusses kann nach Anlage und Entwicklung kein Zweifel sein.

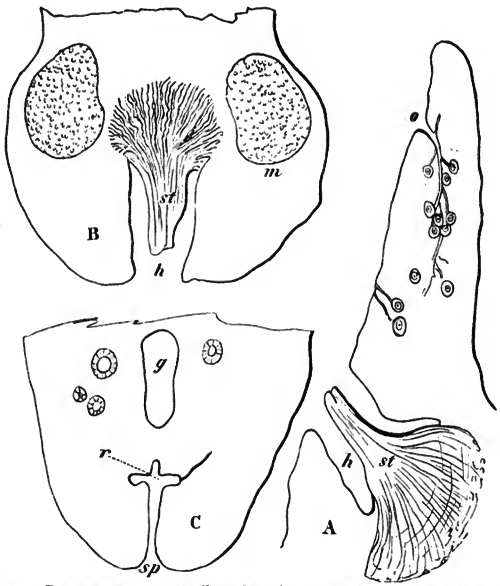


Fig. 60. Byssusorgan von *Mytilus edulis* (n. Praeparaten v. Carière). *A* Längsschnitt des Fusses; *BC* Querschnitt; *st* Stamm mit der fächerförmigen Drüse; *h* Byssushöhle; *m* Durchschnitt der Retractoren; *o* Mündung des Hauptausführungsganges der Klebdrüse; *r* halbmondf. Rinne; *sp* Fussspalt; *g* centrales Blutgefäss des Fusses, daneben Drüsengänge.

Verschiedene Muscheln (Mytilus u. a.) befestigen sich vermittelst des Bartes, *Byssus*. Der Stamm des Byssus wird in einzelnen Cuticular-Lamellen von einer hinten an der Basis des Fusses gelegenen fächerförmigen Drüse abgesondert und tritt in die Byssushöhle aus dieser hervor. Den anderen Theil des Byssus bilden die Byssusfäden. Sie sind das Secret der im ganzen vorderen Theile des Fusses sich ausbreitenden Klebdrüse. Letztere liegt im fingerförmigen Fusse und mündet in eine, auf dem Durchschnitt halbmondförmige Rinne. Diese reicht bis in die Höhle und steht mit einem, ihrer Länge entsprechenden Spalte an der Unterseite des Fusses in Verbindung. Die Fäden verschmelzen mit dem einen Ende mit dem Stamm; ihr äusseres Ende wird vermittelst der Fussspitze an Steine u. d. gl. angeklebt[1]). (Fig. 60.)

Die Arme der Cephalopoden sind Bildungen besonderer Art, den Kopfsegeln der Clio vergleichbar.

Die verschiedenartigen Gehäuse und Schalen sind Produkte des Mantels. Sie bestehen aus einer organischen Grundlage, dem Conchiolin, und kohlensaurem Kalk. Dass die Brachiopoden nicht zu den Weichthieren gehören, zeigen schon ihre, aus über einander gelagerten Schüppchen bestehenden Schalen. Dagegen zeigen die Gehäuse der Mollusken gewöhnlich eine obere, aus schiefen oder senkrechten prismatischen Säulen bestehende und eine innere Schicht horizontaler Lamellen. Die ersteren werden vom Mantelrande, die letzteren von der gesammten Manteloberfläche geliefert. Der Zusammenhang des Thieres mit der Schale ist auf einzelne Stellen beschränkt, wo Muskeln oder Theile des Mantels sich ansetzen. Das merkwürdige gekammerte Gehäus der Nautiliten kommt in folgender Weise zu Stande. Der Mantel erstreckt sich nicht nur mittelst eines röhrenförmigen Fortsatzes, des Sipho, durch die schon gebildeten Kammern hindurch bis in die erste Kammer, sondern ist auch durch einen kragenartigen seitlichen Ring mit der Schale verwachsen, so dass hinter jenem Kragen ein abgeschlossener Raum entsteht. Dieser wird mit dem Vorrücken des Thieres allmälig grösser, indem, wie bei den allmälig vorrückenden Schalenmuskeln, die hinteren Ansatzfasern resorbirt werden und am Vorderrande neue wachsen. Dann tritt eine Ruhezeit ein, während welcher die

1) Ueber das Vorkommen der Drüsen und ihrer Rudimente bei Muscheln verschiedener Familien s. Carrière. Die Drüsen im Fusse der Lamellibranchiaten. Arb. a. d. zool. Inst. Würzburg. V. 1879.

gesammte Hinterfläche des Mantels sammt dem Kragen eine Querwand ausscheidet.

Häufig findet sich bei den Mollusken, wenn eine äusserliche Schale fehlt, eine solche in und unter der weichen Hautbedeckung. Von den Cephalophoren gehören hierher u. a. *Bullaea*, *Limax*; unter den Cephalopoden besitzen die Sepiaceen eine innere Rückenschale, welche von *Sepia* als *os sepiae* am bekanntesten ist, indem sie sich von den ganz hornigen länglichen glatten der *Loligo* und Verwandten durch ihren starken Kalkbeleg über der Hornschicht auszeichnet.

Die Kalklamellen an der Bauchseite der Schale sind auf den Phragmoconus der Belemniten zurückzuführen. Auch die Schalen von *Loligopsis* u. a. besitzen einen deutlichen kleinen Phragmoconus.

Wir schliessen hieran die Hinweisung auf die Anfänge eines inneren Skeletes bei den Schnecken und Kopffüssern. Dort ist es der unter der Reibeplatte liegende und mit der Muskulatur derselben zusammenhängende Zungenknorpel, welcher durch die knorpelige Natur seines Gewebes an diese Form des Bindegewebes der Wirbelthiere erinnert, hier, bei den Cephalopoden, der Kopfknorpel, die Nackenknorpel und der sogenannte Aequatorialring im Auge der Sepia. Den Nackenknorpeln scheint der Aptychus der Ammoniten zu entsprechen.

Nervensystem und Sinnesorgane. Zur Orientirung über das Nervensystem beginnt man am besten mit den Gasteropoden. Das typische Centrum ist ein Schlundring, welcher drei Ganglienpaare enthält. Das obere sind die Cerebralganglien, das in der Regel grössere untere die Pedal-, das zweite untere die Pleuralganglien (Spengel. Visceralganglien Autt.) Die Ganglien jeder Seite sind durch drei Stränge verbunden, die man Connective nennt, die je zwei zusammengehörigen Ganglien durch quere Commissuren. Die grössten Verschiedenheiten trifft man in der die Pleuralganglien verbindenden Visceralcommissur Autt. In sie sind in der Regel ein oder mehrere, gewöhnlich drei accessorische Ganglien eingeschalten, welche je nach der Länge der Schleife in nächster Nähe der Schlundganglien oder tief innerhalb des Eingeweidecomplexes liegen. Die Hauptnerven des Kopfes und der Sinnesorgane entspringen aus den Cerebralganglien, mit denen gewöhnlich noch 1 Paar kleinere, die Mundgegend versorgende Buccalganglien in Verbindung stehn. Die Sohle empfängt ihre Nerven aus den Pedalganglien, die Kiemen und verschiedenen Ein-

geweide werden aus den Pleural- und Commissuralganglien versorgt. Die Visceralcommissur stellt sich in ihrer ursprünglichen Form als eine einfache, von einer Seite zur anderen sich ziehende Verbindung dar, wie wir sie bei den Opisthobranchiern, Pteropoden und Pulmonaten finden *(Euthyneura)*. (Fig. 61.) Dagegen ist bei sämmtlichen Prosobranchiern und den aus ihnen hervorgegangenen Heteropoden die Visceralcommissur 8förmig gedreht (*Chiastoneura*), so dass der vom rechten Pleuralganglion ausgehende Schenkel sich über den Darmkanal hinweg legt, der andere sich unter dem Darmkanal nach rechts zieht[1]). Mit der rechten Kieme ist auch das nunmehr links liegende Supraintestinalganglion gewandert, das Subintestinalganglion aber auf die rechte Seite gerückt. Um das Analganglion fand die Wendung statt. (Fig. 62.)

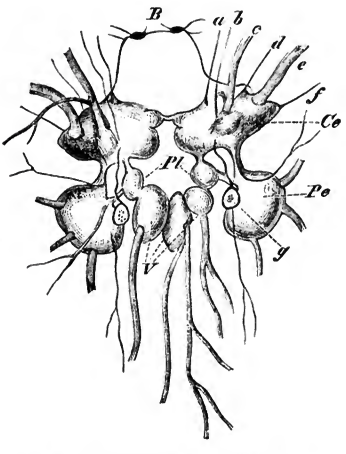


Fig. 61. Schlundring von *Physa acuta* (n. Lacaze-Duth.). *Ce* Cerebralgangl.; *Pe* Fussgangl.; *Pl* Pleuralg.; *V* die drei in die verkürzte Visceralcommissur eingeschalteten Ganglien. *B* Buccalgangl.; *a* obere Lippennerv; *b* Augennerv; *c* Fühlernerv; *d* Lippennerv; *e* grosser Lippennerv; *f* Nackennerv; *g* Gehörkapseln mit Nerv vom Cerebralganglion.

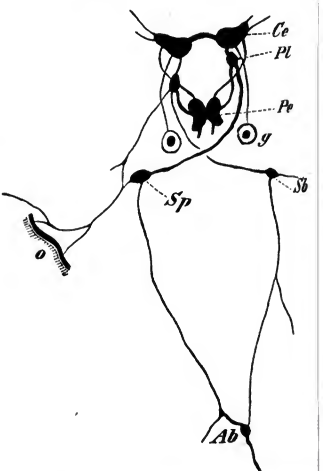


Fig. 62. Nervensystem von *Cyclostoma* (n. Lacaze-Duthiers). *Ce* Cerebralganglion; *Pe* Pedalggl.; *Pl* Pleuralggl.; *g* Gehörkapseln; *Sp* Supraintestinalganglion; *Sb* Subintestinalgangl.; *Ab* Abdominalganglion. Die drei letzteren eingeschalten in die Visceralcommissur. *o* Geruchsorgan.

1) Jherings Ansicht, dass bei einer grossen Menge Prosobranchier diese Drehung nicht stattgefunden habe, ist von Spengel berichtigt.

Für die mannichfaltigen Modificationen des Schlundringes der Gasteropoden, namentlich Vereinfachungen bei Opisthobranchiern, muss auf Specialbeschreibungen, namentlich Jherings verwiesen werden.

Auch bei den Lamellibranchiaten finden sich drei Paare von Hauptganglien. Das eine liegt auf dem Schlunde; es entspricht unzweifelhaft den Cerebralganglien der Gasteropoden. Das andere im Fusse; seine Verbindungsstränge mit dem Gehirn schliessen den Schlundring. Das dritte Paar liegt noch weiter vom Gehirn, bei den Dimyariern unten am hinteren Schliessmuskel. Es versieht die Kiemen und das Hinterende. Der Umstand, dass zwischen ihm und dem Fussganglion das bei den Gasteropoden ausnahmslos vorhandene Connectiv fehlt und dass bei mehreren Muscheln von ihm aus ein Geruchsorgan innervirt wird, wie das Geruchsorgan der Gasteropoden von der Visceralcommissur in ihren Ganglien aus, machen es zweifelhaft, ob dieses dritte Paar den Pleuralganglien der Schnecken entspricht, und nicht vielmehr ein Visceralganglienpaar ist (Spengel). (Fig. 63.)

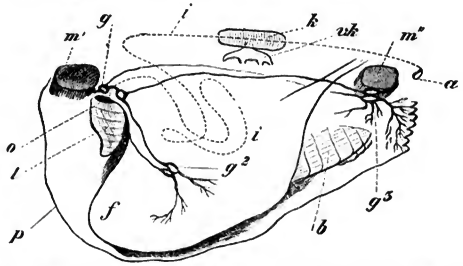


Fig. 63. Lage der wichtigeren Organe der Flussmuschel. *m'* vord. Schliessmuskel; *m''* hint. Schliessmuskel; *p* rechter Mantellappen; *f* Fuss; *b* rechte Kieme; *o* Mund; *l* Mundtentakel; *i* Darm; *a* After; *k* Herzkammer; *vk* Vorkammer; g^1 g^2 g^3 die drei Ganglienpaare.

Die im Kopfe der Cephalopoden befindliche Centralmasse des Nervensystems ist von einer, einer Schädelkapsel ähnlichen Knorpelhöhle umgeben. Wir finden auch hier, dem Typus der Mollusken gemäss, einen vom Schlunde durchsetzten Ring, nur mit grösserer Consolidirung und Anhäufung der Ganglienmasse. Die obere Partie ist an Umfang die kleinere und entsendet zwei Nerven an das dem Pharynx aufliegende *ganglion buccale superius*. Der untere Theil des Schlundringes besteht aus mehreren nur un-

deutlich von einander geschiedenen Partien. Von vorn gehen beiderseits 5 Nervenstränge für die Arme, vom mittleren Theile der Hörnerv und Trichternerv, vom hinteren der Eingeweidenerv ab. Seitlich aus dem Schlundringe entspringen die Stiele der grossen *ganglia optica*. Unter dem Pharynx und etwas vor dem *g. bucc. super.* liegt, mit diesem verbunden, das platte *g. bucc. inferius*. Zwei Knoten, *ganglia stellata*, oder die Mantelganglien, auf dem Mantel zur Seite des Eingeweidesackes geben zahlreiche Nervenstränge zur Muskulatur des Mantels und hängen je durch einen langen Nervenstrang mit dem unteren Theil des Schlundringes zusammen. Ein auf dem Magen liegendes *gang. splanchnicum* hängt mit dem *g. bucc. inferius* zusammen. So bei den Zweikiemern (*Sepia*), wovon die Nautiliten beträchtlich abweichen. Die obere Schlundganglienmasse ist bei ihnen mehr entwickelt, aus ihr entspringen die Sehnerven. Die untere Portion besteht deutlich aus zwei Paar Ganglien, aus deren vorderem die Tentakel- und Trichternerven, aus deren hinterem die den Mantelnerven der übrigen Cephalopoden analogen Nerven für Schlund- und Schalenmuskeln entspringen. Eine Zurückführung der einzelnen Theile auf das Nervensystem der Gasteropoden ist noch unthunlich.

Schon oben (Hautbedeckungen) sind die Sinneszellen als sehr weit über die Körperoberfläche verbreitete Sinneswerkzeuge erwähnt. Diese sogenannten Terminalkörperchen sind eigenthümlich geformte, stäbchenartig verlängerte Zellen, welche zwischen den Epithelzellen hervortreten und von innen eine Nervenfaser aufnehmen. Sie finden sich am zahlreichsten an den Fühlern. (Fig. 64.)

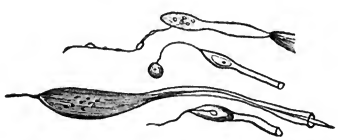


Fig. 64. Sinneszellen und Terminalkörperchen von *Paludina vivipara* (n. Simroth)

Eine besondere Art solcher Terminalkörperchen im Anfangstheile der Mundhöhle unserer Schnecken sind wahrscheinlich die Geschmacksorgane.

Als Augen hat man bisher bei einigen Muscheln, *Pecten* und *Spondylus*, eigenthümliche auf dem Rande des Mantels gelegene und durch ihr Glänzen ausgezeichnete Organe angesehen, welche allerdings ganz auffallende Analogien mit den Gesichtswerk-

zeugen haben, jedoch eine andere Bedeutung haben dürften[1]). Das Organ ist täuschend augenartig. Es stellt einen Augapfel dar, vorn begränzt von einer kreisförmigen Hornhaut, einem Stück des dünner und durchsichtig werdenden Epithels. Die inneren Theile sind in einer bindegewebigen Kapsel von knorpeliger Consistenz enthalten, welche auch unter jener Cornea eine Wand bildet. Aus diesem Gewebe geht die zellige Linse hervor, stellenweise durch eine vom mittleren Theile der Kapsel entspringenden Feder gehalten. (Fig. 65.) Der Sehnerv theilt sich ziemlich weit vor

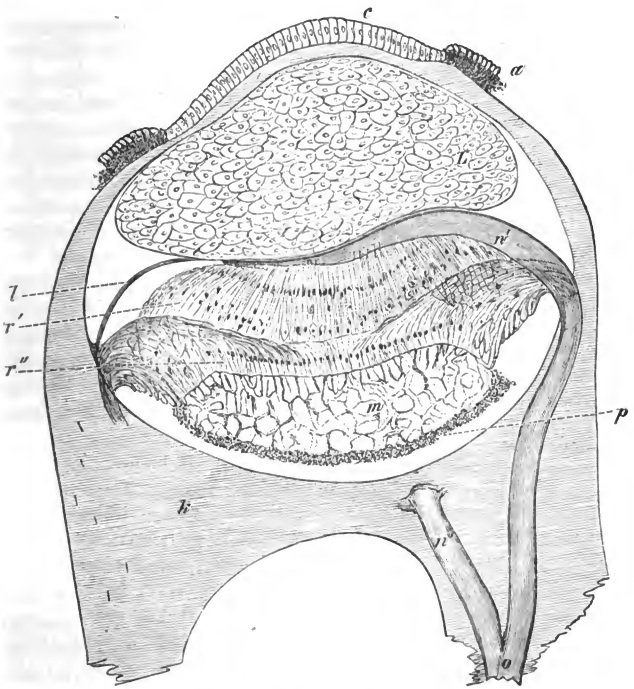


Fig. 65. Auge? von *Pecten* (Praeparat v. Carrière). *a* Epidermis; *c* Hornhaut; *k* Augenkapsel; *L* Linse; *o* Nerv; *n'* oberer; *n''* unterer Ast desselben; *r'* obere; *r''* untere „Netzhaut"; *m* kernlose Maschen, übergehend in *p* die Pigmentschicht.

1) Nach meinen Untersuchungen an ausgezeichneten Praeparaten von *Pecten* von Carrière.

der Kapsel. Der äussere oder obere Ast begiebt sich unmittelbar unter die Linse, von wo seine äusserst feinen Fasern seitlich und rückwärts ausstrahlen, indem sie theils varicös werden, theils zellige Elemente aufnehmen. Sie begeben sich zum Theil zwischen die Fasern der unteren Schicht, der sogenannten Retina, welche von den seitlich eingetretenen Verzweigungen des inneren Nervenastes herrühren. Es folgt ein ganz unregelmässiges Fach- und Maschenwerk, das allerdings mit dem Neurilemm jener vermeintlichen Retinaschicht zusammenhängt, aber durchaus nicht, wie von allen neueren Beobachtern geschehen, als zu einer Retina gehörig angesehen werden kann und sich direct in Pigmentflocken und Körner auflöst, letztere bilden im lebenden Zustande eine den Hintergrund der Augenkammer tapezirende Schichte.

Falls dieser Befund, wie wir behaupten, der richtige[1]), muss man sich wohl nach einer anderen Function umsehen. Jedenfalls liegt in diesen Organen eines der interessantesten Beispiele einer zu hoher Stufe gelangenden Naturzüchtung in beschränktestem Gebiete vor.

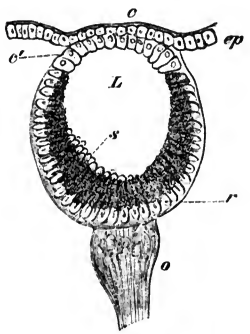


Fig. 66. Auge der Weinbergschnecke (Praeparat von Carrière). *ep* Fühlerhaut, bei *c* als Cornea; *L* Linse; *o* Opticus mit Ganglion; *r* Netzhaut-Zellenschicht; *s* stäbchenförmige Enden desselben; *c'* untere Cornea-Zellenschicht, zur Retina-Einstülpung gehörig.

Wirkliche Augen auf sehr verschiedenen Stufen der Entwicklung und Vervollkommnung[2]) besitzen die Cephalophoren und Cephalopoden. Ein gutes Beispiel giebt Helix. Hier bildet das äussere Epithel eine Cornea, darunter liegt eine zweite Zellenschicht, der vordere Boden einer ellipsoidischen Kapsel, deren seitliche und untere Theile die Zellen einer Retina bilden. (Fig. 66). Dieselben sind stäbchenartig verlängert und durch Pigment von einander isolirt. Sie stehen mit ihren Aussenenden mit den Fasern eines starken Opticus in Verbindung, dessen Bindegewebshülle auch den Augapfel bis an den vorderen Theil umschliesst. Das innere des Augapfels ist von einer structurlosen Linse, einer Cuticularbildung, erfüllt. Die Entwicklung dieses Auges beginnt mit einer

1) Gegen die neuesten Angaben v. Hickson in Quaterly. Journ. o. m. Sc. Octbr. 1880.
2) Vergl. hierzu die Bemerkungen v. Simroth, Z. f. w. Z. XXVI. und Ranke, Ueber die Uebergangssinnesorgane. ebd. XXV.

Einstülpung des Oberflächenepithels, welches zur Retina wird. Auf dieser Stufe der nicht wieder geschlossenen Einstülpung, ohne Ausfüllung durch eine Linse, sind verschiedene Schnecken und auch Nautilus, dieser älteste Cephalopodentypus, stehen geblieben. Bei ihnen wird ein Bildchen durch die punktförmige Oeffnung der linsenlosen Augenhöhle direct auf die Retina entworfen. Bei den Dibranchiaten geht die Stufe des Nautilusauges zunächst in diejenige der Helix über, nur dass zwischen Linse und Netzhaut ein mit wässeriger Flüssigkeit gefüllter Raum bleibt, sodann scheidet der epitheliale Corneaüberzug ein zweites vorderes Linsensegment ab. Eine im nächsten Umkreis der Linse auftretende Epithelialfalte gestaltet sich zu einer Iris, und eine neue umfangreichere Kreisfalte bildet die

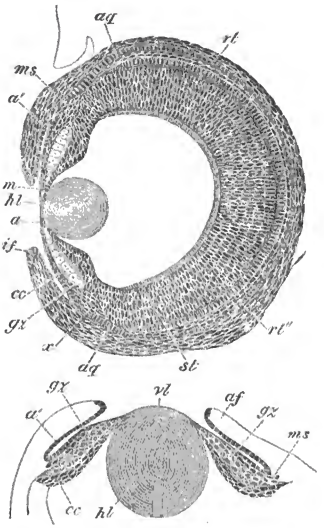


Fig. 67. Schnitt durch ein Auge von *Loligo* auf verschiedenen Entwicklungsstufen (n. Bobretzky). *hl* inneres, *vl* äusseres Linsensegment; *a* und *a'* Epithel der vorderen Augenkammer; *gz* und *cc* grosse und kleine Ectodermzellen des Ciliarkörpers; *ms* Mesoderm zwischen den Ectodermschichten des Ciliarkörpers; *af*, *if* Irisfalten; *rt* Retina; *rt''* ihre innere Schicht; *st* Stäbchenschicht; *aq* aequatorialer Knorpel.

dieser Cephalopodenordnung eigenthümliche Cornea mit einer hinter ihr liegenden, ebenfalls neuen vorderen Augenkammer. Dieselbe bleibt bei einigen Gattungen (*Loligopsis*, *Onychotheutis)* sehr weit offen und gestattet auch bei den übrigen durch eine feine Oeffnung die Verbindung mit dem Meerwasser. (Fig. 67).

Den Typus des Wirbelthierauges wiederholen die zahlreichen Rückenaugen von *Onchidium*, indem die Stäbchen die äussere Schichte der Retina bilden (Semper).

Gehörorgane finden sich fast allgemein bei den Lamellibranchiaten. Es sind zwei von einer durchsichtigen Haut gebildete Bläschen, welche unmittelbar an den Fussganglien *(Cyclas)*

oder in deren Nähe (Najaden) sich befinden. Dass bei den letzteren die Gehörnerven von der Schlundcommissur und damit von den oberen Schlundganglien kommen, in Uebereinstimmung mit den Cephalophoren, hat Simroth bewiesen. Sie sind ausgekleidet mit einem lockern Epithel *(Cyclas)*, welches Bündel feiner Borsten oder Hörhaare trägt. Von diesen wird der centrale Otolith in der Lage erhalten. Das Ohr der Najaden liegt in einer voluminösen Schwellkapsel aus spongiösem Gewebe, vorzüglich zur Uebertragung der Schallwellen geeignet. Daher scheint sich die Feinhörigkeit dieser Muscheln zu erklären.

Die Hörblasen der Cephalophoren sind hiervon nicht wesentlich verschieden. Sie stehen bei den Lungenschnecken und Prosobranchiern nur scheinbar in engerer Verbindung mit der vorderen Partie der Schlundganglienportion. Denn auch wo sie den Fussganglien unmittelbar anliegen, entspringt der Hörnerv aus dem oberen Schlundganglien-Paare. In ihrer Flüssigkeit sondern sich ebenfalls Hörsteine aus kohlensaurem Kalk ab (1 bei *Paludina impura* und den Heteropoden, sonst mehrere oder viele).

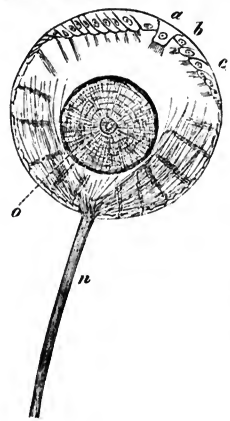


Fig. 68. Gehörorgan von *Pterotrachea* (n. Claus). *n* Nerv; *a* Centralhörzelle; *b* Isolirzellen; *c* Hörzellen.

Fig. 68. An *Pterotrachea* konnte Ranke beobachten, dass die Cilienbüschel im Zustande der Ruhe an der Wand anliegen, sich aber in Folge stärkeren Schalles aufrichten und den Otolithen gegen den acustischen Endapparat stossen. Derselbe befindet sich an dem der Eintrittsstelle des Nerven entgegengesetzten Pole, und besteht (Claus) aus nur einer Centralzelle mit einem Büschel zarter Wimpern, umgeben von 4 Stützzellen.

Von den Cephalopoden sind hinsichtlich ihres Gehörorgans die Zweikiemer genau bekannt worden. Sowohl bei *Octopus* wie bei *Sepia* liegen im Kopfknorpel zwei durch eine schmale Scheidewand getrennte Höhlungen, von welchen aus sich ein Gang verfolgen lässt, der höchst wahrscheinlich direct nach aussen mündet. Bei den Octopoden sind die Wandungen dieser Höhle glatt, mit einer Flüssigkeit erfüllt. Darin flottirt eine

geschlossene Blase, welche die Endigungen des Hörnerven enthält. Die zwei Aeste desselben gehen aus in die Gehörplatte und Gehörleiste. Auf der ersteren sitzt der schon mit blossem Auge sichtbare Otolith. Hiervon unterscheidet sich das Ohr der Sepiaceen dadurch, dass die Höhlung durch conische Vorsprünge viel complicirter erscheint, und dass die zarten Epithelien und Weichtheile unmittelbar auf der Knorpelwand liegen. Aber hier wie dort treten *lamina acustica* mit dem Gehörstein und *crista acustica* als die percipirenden Theile hervor. Die Gehörblasen der Cephalopoden liegen an der unteren Fläche der unteren Schlundganglienmasse. Der gleiche Typus und die fortschreitende Entwicklung innerhalb aller Mollusken ist nicht zu verkennen.

Als Geruchswerkzeug der Schnecken hat (nach Spengel) ein Organ zu gelten, das durch hohe Wimperzellen und reiche Nervenelemente ausgezeichnet ist und früher „Nebenkieme" oder „rudimentäre Kieme" genannt wurde. Es enthält seinen Nerven bei den Chiastoneuren vom Supraintestinalganglion, ist also bei der Drehung mit auf die linke Seite verlegt und findet sich bei den Euthyneuren entsprechend rechts. Hier ist es jedoch bisher nur bei den Deckkiemern und als „Lacazesches Organ" bei den basommatophoren Pulmonaden gefunden (vgl. Fig. 62).

Ob das pigmentirte Wimperorgan, das bei manchen Muscheln z. B. Arca Noae unmittelbar hinter dem hinteren Ganglion liegt, das Homologon des obigen Organes sei, erscheint uns zweifelhaft.

Bei den Cephalopoden befinden sich die Geruchswerkzeuge in der Nähe der Augen, und zwar als zwei kleine Grübchen *(Loligo, Sepiola)*, aus deren Grunde sich bei einigen anderen *(Octopus, Eledone,* auch *Nautilus)* ein papillenartiger Körper erhebt, der bei noch anderen Gattungen *(Argonauta, Tremoctopus)* nur von einem sehr geringen Hautwulst umgeben ist. Der Riechnerv entspringt aus dem *ganglion opticum,* tritt mit in die Augenhöhle und durchbohrt die Augenkapsel.

Ernährungssystem. a) Verdauungskanal. Der sehr entwickelte Verdauungskanal der Lamellibranchiaten bildet mit den übrigen Eingeweiden des Abdomen ein schwer zu trennendes Convolut. Die Mundöffnung liegt tief in der Mantelhöhle, umgeben von zwei Paar lappenartigen Tentakeln. Eine Speiseröhre ist entweder gar nicht vorhanden oder nur sehr kurz, der Magen ziemlich gross. Der aus diesem hervorgehende Darm macht gewöhnlich einige Windungen und erscheint als Mastdarm

an der Rückenseite des Abdomens in der Schlossgegend, wo er das Herz durchbohrt. Nach einem kurzen Verlauf mündet dieser mit einem mit zahlreichen Gefühlspapillen besetzten Anus. Bei nicht wenigen Blattkiemern (*Cardium, Venus, Solen* u. a.) entspringt hinter dem Magen ein Blinddarm, welcher einen durchsichtigen, an beiden Enden zugespitzten Cylinder enthält, den sogenannten Krystallstiel. Derselbe liegt bei den Najaden, denen der Blindsack fehlt, in dem Anfangsstück des Darmes, gewöhnlich mit dem oberen Ende bis in den Magen ragend. An feinen Querschnitten sieht man eine äusserst zarte concentrische Schichtung, wie Jahresringe. Durchsetzt ist der Stiel von einem, oft bis zum Verschwinden feinen, an den Enden jedoch weiteren Kanale mit Darmcontentis, Bacillarien, Räderthieren u. s. f., die auch zwischen den Schichten anzutreffen. Die Hauptmasse der Nahrung passirt jedoch zwischen ihm und der Darmwand, und das Organ dient vielleicht zur Verlängerung des Durchganges und damit zur grösseren Ausnutzung der Speise.

Die Mundöffnung der Cephalophoren ist von wulstigen, fleischigen Lippen umgeben, welche häufig, namentlich bei den Kammkiemern, in einen langen, ein- und ausstülpbaren Rüssel verwandelt sind. Die Mundhöhle, deren dicke Wandungen einen sehr muskulösen Schlundkopf bilden, trägt inwendig sehr allgemein harte Kauwerkzeuge, die Kiefern und die Zunge. Sind die Kiefern paarig, so liegen sie als zwei mit Scheide versehene Platten rechts und links hinter dem Eingang der Mundhöhle; ist ein unpaariger Kiefer vorhanden (sehr entwickelt bei den *Helices* und *Limaces)*, so liegt er als halbmondförmige gezähnelte Platte über dem Eingange der Mundhöhle. Am Boden der Mundhöhle liegt ein längeres oder kürzeres flaches Organ, die Zunge, welche sich durch ihre höchst zierliche und regelmässige Bewaffnung, bestehend in Zähnen, Haken und Platten, auszeichnet. (Fig. 69.) Der Mittelstreif *(rhachis)* der Zunge ist in der Regel mit einer Reihe mehrzackiger Zähne, die Seiten *(pleurae)* sind mit einem, mehreren oder vielen Reihen Haken besetzt, und diese häufig noch von mehreren Plattenreihen umgeben, Alles in so constanten Formen, dass

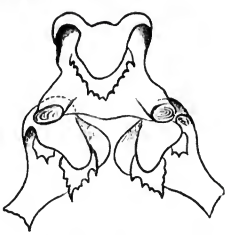


Fig. 69. Mittelzahn und Seitenzähne der Reibeplatte von *Aplysina leporina.*

man die Zunge als eins der sichersten Artmerkmale erkannt und sie auch zu weiteren systematischen Eintheilungen benutzt hat. (S. oben.) Man braucht zu diesem Zwecke meist nur eine einzige Querreihe zu kennen. Als besonders lang verdient die Zunge von *Patella* genannt zu werden. Die Zunge wirkt ungefähr wie eine Feile oder ein Reibeisen, wobei zugleich die vielen rückwärts gerichteten Spitzen die Speisen einführen.

An dem hinter dem Schlundkopf beginnenden Darmkanal kann man sehr allgemein drei Abtheilungen unterscheiden: Speiseröhre, Magen und Darm. Die längere oder kürzere Speiseröhre geht nicht selten vor dem Magen in einen Kropf über (z. B. bei *Limnaeus*, *Planorbis*). In dem verschieden geformten Magen, der aus drei Abtheilungen bestehen kann, bildet oft der innere Epithelialüberzug knorpelige Platten (z. B. im zweiten Magen von *Aplysia*) oder hornige Haken (z. B. im dritten Magen von *Aplysia*). Der Darm, der mit Speiseröhre und Magen gewöhnlich mehrere Male länger ist als der Körper, macht mehrere Windungen und mündet bei den meisten Cephalophoren vorn an der rechten Seite, neben der Athemöffnung, seltener am Hinterende. Sehr abweichend verhalten sich die *Apneusta* Köll, indem bei ihnen hinter der Magenanschwellung sich viele Blindsäcke befinden, welche bei denjenigen Arten, die äussere Anhänge haben, in diese sich hineinbegeben.

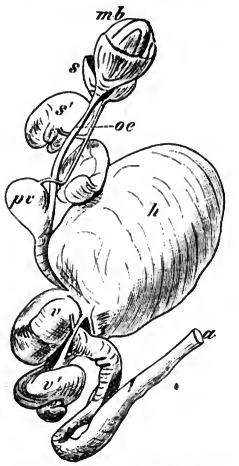


Fig. 70. Eingeweidetractus von *Octopus vulgaris* (n. Keferstein). *mb* Schlundkopf; *oe* Speiseröhre; *s* obere, *s'* untere Speicheldrüsen; *pv* Vormagen; *v* Magen; *v'* Blinddarm; *h* Leber; *a* After.

Auch bei den Cephalopoden liegt hinter der von mehreren kreisförmigen Lippen umgebenen Mundöffnung ein sehr muskulöser, bewaffneter Schlundkopf; die Kauwerkzeuge bestehen gleichfalls aus Kiefern und Zunge. Erstere bewegen sich vertical und sind sehr passend ihrer Form nach mit einem Papageischnabel verglichen worden. (Fig. 70.) Die Zunge zeigt auf dem hinteren Theile der Oberfläche den nämlichen Zahn- und Hakenbesatz, wie bei den Cephalophoren, vorn ist sie mit Geschmackspapillen besetzt. Der enge Oesophagus bildet

bei einigen Familien, namentlich bei den Nautilinen und Octopoden einen Kropf und geht dann in den Magen über. Dieser ist einfach und erscheint als sackförmige Ausbuchtung, indem Cardia und Pylorus nahe bei einander liegen. Hinter dem Pylorus findet sich ein häufig spiraliger Blinddarm; der kurze Darm steigt aus der Bauchhöhle wieder aufwärts und mündet in den Trichter.

b) Speicheldrüsen und Leber. Allgemein haben die Cephalophoren und Cephalopoden sehr entwickelte Speicheldrüsen. Bei den Cephalophoren ist gewöhnlich nur ein Paar vorhanden, zwei auf dem Magen und dem Oesophagus aufliegende lappige Drüsen von gelblicher oder weisslicher Farbe, deren Ausführungsgänge neben dem Schlunde verlaufen und, ohne sich zu vereinigen, neben der Zunge in die Mundhöhle einmünden. Bei manchen Cephalophoren *(Dolium galea, Cassis sulcosus, Tritonium nodiferum, Pleurobranchidium)* befindet sich neben der eigentlichen Speicheldrüse eine accessorische Drüse, deren Secret 3 bis 4 Proc. freie Schwefelsäure enthält. Es ist jedoch höchst wahrscheinlich, dass es weder zur Verdauung noch als Vertheidigungsmittel gebraucht wird, sondern ein blosses Excret ist.

Bei den Cephalopoden findet sich in der Regel ein oberes und ein unteres Paar Speicheldrüsen. Das obere liegt unmittelbar am hinteren Theile des Schlundkopfes und hat daher sehr kurze Ausführungsgänge. Das hintere liegt hinter dem Kopfknorpel, zeigt eine bald gelappte *(Loligo)*, bald glatte Oberfläche (*Octopus* u. a.), und der aus der Vereinigung der beiden Ausführungsgänge entstandene Kanal geht mit dem Schlunde durch die Oeffnung des Kopfknorpels, um den Grund des Schlundkopfes zu durchbohren.

Die Leber erscheint bei mehreren Pteropoden als eine Zell- und Follikellage unmittelbar auf den Magen- und Darmwänden. Bei der Abtheilung der Apneusten aus der Gruppe der Nacktkiemer haben die in die Rückenanhängsel sich erstreckenden Blindsäcke des Darmkanals die Leber in sich aufgenommen. Bei den übrigen Mollusken findet sich allgemein eine gesonderte Leber. Sie wird gebildet durch längere oder kürzere Follikel, welche wiederum aus einer *tunica propria* und der secernirenden (bei *Cyclas cornea* wimpernden) Epithelialschicht bestehen und sich zu gemeinschaftlichen wimpernden Gallengängen vereinigen. Diese treten zu mehreren Hauptausführungsgängen zusammen, welche das Secret in den Magen oder den Darm ergiessen. Bei den Lamellibranchiaten umgiebt die Leber die Magenregion. Nach oben

und hinten erstreckt sie sich bis an das Knie, welches der Mastdarm bildet, nach unten und hinten ragen einige Partien weit in das Abdomen hinein. Die weiten Gallengänge öffnen sich in den Magen. Bei den Cephalophoren umwickelt die in mehrere Lappen zerfallende Leber die Darmwindungen sehr eng, so dass diese, wie auch bei den Acephalen, oft nur schwer von ihr zu trennen sind. Die Leber der Cephalopoden besteht meist aus mehreren, von einem festen, glatten Bauchfellüberzuge umgebenen Abtheilungen, deren Ausführungsgänge sich zu einem gemeinschaftlichen, die Galle in den Blindsack leitenden *ductus choledochus* verbinden. Eine mit den Gallengängen zusammenhängende Drüsenmasse bei den meisten Cephalopoden scheint dem *pancreas* der Wirbelthiere zu entsprechen.

c) Gefässsystem.

Die Mollusken besitzen ein von einem Herzbeutel umgebenes Aortenherz, wohin das Blut aus den Athmungsorganen gelangt, um durch eine oder mehrere Aorten in den Körper getrieben zu werden. Die Blutbahn ist also gerade die umgekehrte, wie bei den Fischen, welche ein Kiemenherz besitzen, und deren Kiemenvenen zur Aorta und zu anderen Körperartereien werden.

Das Blut ist gewöhnlich farblos. Röthliche, grünliche, violette, gewöhnlich an die Blutflüssigkeit gebundene Färbungen kommen bei Cephalophoren und Cephalopoden vor. Die in der Regel ungefärbten Blutkörperchen sind bei den Acephalen meist unregelmässig, bei den übrigen rundliche Zellen und scheinen immer einen Kern oder mehrere Körner zu enthalten. —

Der Kreislauf und die Kreislauforgane der Lamellibranchiaten ist am besten von *Unio* und *Anodonta* bekannt. Das arteriell gewordene Blut wird durch die beiden Vorkammern der vom Mastdarm durchbohrten Kammer zugeführt und von hier in einen grossen vorderen Stamm, die vordere Aorta, und in die kleinere hintere Aorta getrieben. Die Arterien gehen in ein Capillarnetz über, das in den verschiedenen Organen sich verschieden verhält. Aus diesen Capillaren mit eignen Wandungen tritt das Blut direct in Gewebslücken ein. (Fig. 71.) Das Venensystem mit eignen Wandungen entsteht aus den Lacunen des Fusses und sammelt sich zum *truncus venosus*, der als *sinus Bojani* aus zwei Reihen seitlicher Oeffnungen das Gefässnetz der Wandungen und Falten des Bojanus'schen Organs (Niere)

speist. Hieraus tritt das Blut in die Kiemen, von da in die Vorkammern.

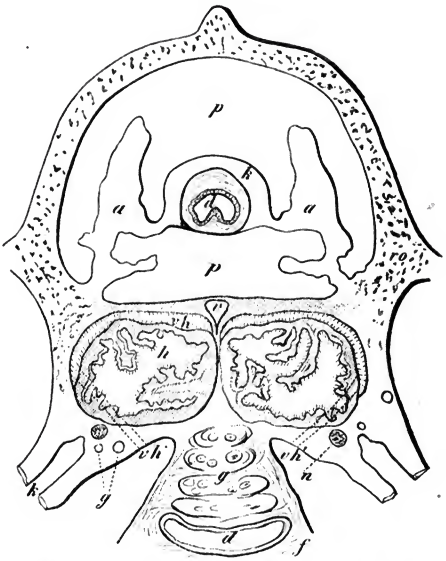


Fig. 71. Querschnitt durch die Teichmuschel vom Rücken bis zum oberen Theil des Fusses (n. Griesbach). *ro* rothbraunes Organ, Mantel; *k* Kiemen; *f* Fuss; *g* Fortpflanzungsdrüse; *d* Darm; *a* Vorhöfe; *k* Kammer; *p* Herzbeutel; *v* Venensinus; *vh* Vorhöhle; *vh'* punktirt angedeutete Ausführungsgänge, weiter vorn gelegen; *h* Höhle des Bojan. Organs; *n* Nerv; *g* Gefässe.

Auf welchem Wege die Schwellung des Fusses der Blattkiemer geschieht und die Wasseraufnahme in das Blut, ist nicht direct beobachtet. Jeder der beiden vollständig von einander getrennten Schenkel des Bojanus'schen Organes communicirt mit dem Pericardium und geht nach hinten direct in die mehr dorsal gelegene Vorhöhle über. Beide Vorhöhlen communiciren vorn an einer Stelle mit einander. Jede mündet durch eine Spalte zwischen Fuss und innerer Kieme neben der Geschlechtsöffnung nach aussen. Die Verbindung des Pericardiums mit den Vorhöfen ist zweifelhaft, überhaupt, ob durch die oben erwähnten Vorhöhlenöffnungen nur Harn entleert oder auch Wasser aufgenommen wird. Ferner kommt hier in Frage der durch Färbung auf-

fallende rothbraune Manteltheil, in dessen gefässartige Lacunen vielleicht von aussen oder von der mit ihm eng verschmolzenen Vorhöhle aus durch Diffusion Wasser eindringen könnte, um nun direct in die Vorkammern (gegen den Strom!?) eingeführt zu werden. Jedenfalls existirt der grosse Wasserkanal im Fusse nicht (VII. Aufl. n. Kollmann), welcher zur Regelung der Wasseraufnahme in die venöslymphatischen Lacunen dienen sollte (Carrière).

Nur bei wenigen Nacktkiemern *(Flabellina. Rhodope* u. a.) fehlt das Gefässsystem vielleicht ganz; die in der Leibeshöhle enthaltene Blutflüssigkeit vollendet daher keinen regelmässigen Lauf. Ein regelmässiges Circuliren findet aber sogleich statt, wenn bei anderen Nacktkiemern (z. *Tergipes, Aeolis, Eolidina)* ein Herz mit rudimentärer Aorta und zwei in die Vorkammer einmündenden Venenstämmen erscheint, so dass die Aehnlichkeit dieses Blutlaufes mit dem der Insecten eine sehr grosse ist.

Bei der grössten Anzahl der Cephalophoren aber tritt aus der Kammer des in seiner Lage nach den Respirationsorganen sich richtenden und mitunter (z. B. bei *Patella, Haliotis)* vom Darm durchbohrten Herzens eine Aorta, die sich bald weiter spaltet und so zum Stamme eines Arteriensystems wird, das häufiger noch bis in die capillaren Verzweigungen hinein mit eigenen Wandungen versehen ist. Bei den Aplysien sind sogar die aus den Arterien hervorgehenden Capillaren für den weiteren directen Blutlauf überall geschlossen, und es muss aus ihnen das Blut durch Filtration in das venöse Lacunensystem gelangen. Der Anfangstheil des venösen Systems scheint bei allen Cephalophoren ein lacunöser zu sein. Das Venenblut sammelt sich häufig in der Leibeshöhle an, wo es namentlich den vorderen Theil des Darmkanals und die Kopfganglien umspült, und geht dann durch besondere Kanäle in die Kiemen. In die Kiemen oder Lungenvenen der Gasteropoden scheinen häufig kleinere Venen zu münden, so dass nicht lauter rein arterielles Blut in das Herz gelangt. Eine Wasseraufnahme in das Blut, welche früher vielfach behauptet wurde und welche u. a. durch eine auf der Unterseite des Fusses mündende Röhre stattfinden sollte, ist blosse Vermuthung. Das erwähnte Rohr ist der Ausführungsgang einer Schleimdrüse.

Ob bei Pteropoden und Heteropoden durch die Niere direct Wasser in den Pericardialsinus und von da in's Herz übergeführt wird, bedarf der Bestätigung.

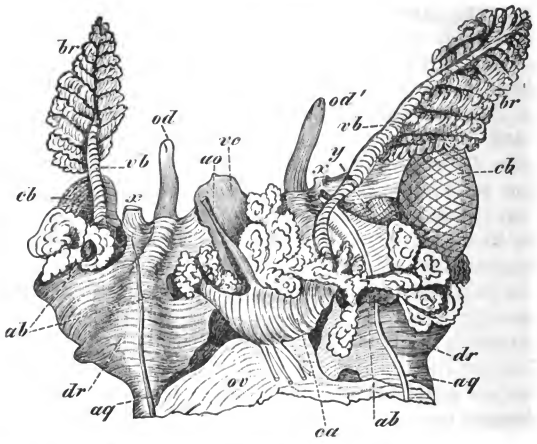


Fig. 72. Centralorgane des Gefässsystems u. s. w. von *Eledone moschata* ♀ (n. Brock). *vc* obere Hohlvene; *ab* Kiemenarterien; *g* flaschenförm. Anhang derselben; derjenige d. r. Seite weggeschnitten; *br* Kiemen; *vb* Kiemenvenen; *ca* arterielles Herz; *ao* Aorta; *ov* ob. Theil des Ovariums; *dr* Eileiterdrüsen; *od* rechter; *od'* linker Eileiter; *x* Mündungen d. Harnsäcke; *aq* Wassergänge; *cb* Kiemenherzen.

Unter den Cephalopoden tritt bei den Vierkiemern das Blut durch vier, bei den Zweikiemern durch zwei stärkere Gefässe, die bei mehreren Gattungen an einer Stelle erweitert sind und pulsiren und also wahren Vorhöfen gleichen, in das Aortenherz, das gegen sie bei der Systole durch Klappen geschlossen wird. Eine *aorta anterior* ist der Stamm mehrerer grösserer Arterien, welche den oberen Theil des Darmkanals, Geschlechtstheile, Leber, Mantel, Kopf und Arme versorgen; aus einer *aorta posterior* entspringen die für die Ernährung des hinteren Theiles des Darmkanals, des Tintenbeutels, der Kiemen und des Bauchtheils des Mantels bestimmten Arterien. (Fig. 72.)

Nach den älteren, bisher als gültig angenommenen Angaben von Milne-Edwards sollte auch bei den Cephalopoden ein durch Lacunen unterbrochener Kreislauf statt finden. Dem widerspricht Kollmann; nach ihm sind jene, übrigens nicht einmal sehr beträchtlichen Bluträume anatomisch und physiologisch blosse Erweiterungen von Venen. Eine Aufnahme von Wasser direct in das Blut ist sehr unwahrscheinlich. Die sogenannten „Wassergänge"

der Octopoden, welche die die Geschlechtskapseln umgebenden Säcke mit den nach aussen mündenden Harnsäcken verbinden, dürften mehr der Ausfuhr eines wässerigen Excretes als einer Wassereinfuhr dienen. (Carrière.)

Bei den Octopoden gehen die Armvenen, zwei aus jedem Arme, in einen grossen Gefässring im Kopf, aus welchem sich eine starke Kopfvene neben dem Darmkanal herabbegiebt, die unterwegs andere Venen aufnimmt und endlich, vereint mit dem grossen visceralen Venenbehälter, ihr Blut in die Hohlvene ergiesst. Aus den Eingeweiden sammelt sich das Blut in zwei Abdominalvenen, welche die Genitalvenen aufnehmen und in einen Visceralsinus übergehen. Durch zwei aus diesem Sinus entspringende Hohlvenen wird das Blut in die sogenannten (nicht pulsirenden) Kiemenherzen und in die Kiemen geleitet. Die Mantelvenen münden direct in die Kiemenherzen.

Etwas anders sind diese Verhältnisse bei den Sepiaceen. Bei ihnen umgiebt ein venöser Sinus, der das Blut aus den (nur eine Vene habenden) Armen und der Mundgegend empfängt, den Schlundkopf und setzt sich nach hinten mit dem Oesophagus in die Höhlung des Kopfknorpels fort, in der das Gehirn liegt. Dieser Sinus dehnt sich aber nicht weiter aus, wie es bei den Octopoden der Fall ist, sondern alles Blut des Abdomens läuft in engeren Venen. Eine starke *vena cephalica* steigt mit dem Darmkanal herab und theilt sich in zwei Hohlvenen. In die linke Hohlvene mündet die grosse *vena hepatica posterior*, in die rechte ein vom Rectum und von dem Tintenbeutel kommender Venenstamm und eine Genitalvene. Gleicherweise öffnen sich die Venen der Flossen und die Mantelvenen in die *venae cavae*.

d) Respirationsorgane.

Die Lamellibranchiaten haben zwei Paar Kiemen. Das äussere Blatt berührt die Innenfläche des Mantels, das innere liegt auf dem Abdomen und dem Fusse auf. Sie empfangen das Wasser, je nachdem der Mantel weniger oder mehr verwachsen ist, durch die grosse Mantelspalte, oder es sind im Mantel besondere Schlitze oder Röhren angebracht, durch deren eine das Wasser eingenommen wird, während es durch die andere (obere) mit den Fäces ausfliesst. Im Innern der Mantelhöhle und längs der Kiemen bewirkt das Flimmerepithelium regelmässige Strömungen. Auf den Kiemenblättern bemerkt man ein Gitterwerk, dem die Gefässvertheilung entspricht. In die durch die Querscheidewände zwischen

den beiden Lamellen der Kiemenblätter entstandenen Fächer führen bei den Najaden an der Basis der Kiemen gelegene Mündungen. Die Fächer dienen zur Aufnahme der Eier, und auch der Samen gelangt in sie.

Mehrere Muscheln *(Arca, Mytilus, Pecten, Spondylus)* zeigen eine sehr abweichende Kiemenbildung, indem ihre scheinbaren Kiemenblätter eine Menge neben einander liegender Fäden sind, deren jeder auch aus zwei Lamellen besteht.

Die meisten Cephalophoren, mit Ausnahme einiger Nacktschnecken, Pteropoden und Heteropoden, bei denen man besondere Athemorgane nicht entdeckt hat, athmen durch Kiemen der verschiedensten Form und in der verschiedensten Lage.

Die Pulmonaten athmen Luft, welche in eine gewöhnlich am Vorderrücken befindliche Lungenhöhle durch ein, bei den rechts gewundenen Schnecken rechts, bei den links gewundenen links liegendes und verschliessbares Athemloch aufgenommen wird. Bei den Wasser-Lungenschnecken ist die Höhle mit Flimmerepithelium ausgekleidet. Das auf der Fläche der Lungenhöhle leisten- und gitterartig hervortretende Gefässnetz scheint immer aus wandungslosen Kanälen zu bestehen.

Die Athemhöhle von *Planorbis* wird durch eine Längsfalte getheilt. Nur die rechte Hälfte ist Lunge. Befindet sich das Thier unter Wasser, so fungirt die andere Höhle und ein von ihr aus hervortretender Lappen als Kieme.

Auch *Ampullaria* besitzt über der Kiemenhöhle eine sich in dieselbe öffnende Lungenhöhle, und *Onchidium* ausser der ganz auf das Hinterleibsende gerückten Lungenhöhle eine Anzahl contractiler baumförmiger Kiemen.

Die Nautilinen haben vier, die übrigen Cephalopoden zwei pyramidenförmige Kiemen, die, mit der freien Spitze nach oben gerichtet, in der Mantelhöhle liegen und an dem Mantel befestigt sind. Die Kiemenarterie befindet sich an der dem Mantel verbundenen, die Vene an der gegenüberliegenden freien Kante, und die Gefässe zwischen beiden Stämmen verbreiten sich entweder auf zahlreichen dreieckigen Blättchen (bei den Naut. und Lolig.), oder die Gefässe bilden Bogen, auf deren convexem Rande eine Menge Hautfalten stehen. Beim Mangel von Flimmerorganen geht die Wassererneuerung nur durch die regelmässigen Athembewegungen vor sich. Das bei geöffnetem Mantel zu beiden Seiten des Trichters

eintretende Wasser wird, indem sich der Mantelrand an den Körper anlegt, durch den Trichter ausgespritzt.

e) Harnorgane und Purpurdrüse. Die Niere der Bivalven ist schon lange als die sogenannte Bojanus'sche Drüse bekannt (s. oben S. 189), obgleich sie die verschiedensten Deutungen hat erfahren müssen (Schleimdrüse nach Cuvier, Lunge nach Bojanus u. a.). Sie ist paarig und liegt am Rücken unter dem Herzen und nach dem hinteren Schliessmuskel zu. Ihre Farbe ist bräunlich oder schwarzgrün. Das Excret wird in die Mantelhöhle ergossen, und häufig fallen Harn- und Geschlechtsmündungen zusammen (z. B. bei *Tellina*, *Cardium*, *Pinna*) oder liegen nahe bei einander. Inwendig sind die Nierensäcke durch viele Falten in vollständige oder unvollständige Fächer getheilt, deren Oberfläche wimpert, und in deren Wandungen sich das venöse Blutgefässnetz ausbreitet. Nicht selten strotzt das Nierenparenchym von unregelmässigen, körnigen Harnconcrementen, die übrigens nie fehlen und sich in den Epithelialzellen neben den Zellkernen bilden.

Auch bei den Cephalophoren sind die Harnorgane fast allgemein nachgewiesen. Sehr leicht kann man sich bei den Lungenschnecken die Niere zur Anschauung bringen, vorzüglich bei den Gehäuseschnecken *(Helix)*, wo sie, von dreieckiger Gestalt und gelblicher Farbe, rechts vom Herzen im Grunde des Lungensackes liegt. Ihr Ausführungsgang verläuft neben dem Mastdarm. Im Inneren der Niere werden durch Falten, von den äusseren Wandungen entspringend, theils unvollkommene, theils vollständig getrennte Fächer gebildet, aus denen kleine Oeffnungen in den gemeinschaftlichen, zur Urethra führenden Gang münden. Bei den Limacinen liegt die wulstförmige Niere um den Herzbeutel.

Nachdem in den sogenannten schwammigen Körpern, den drüsigen, büschelförmigen Anhängen der grossen Venenstämme der Cephalopoden Harnsäure nachgewiesen, sind diese Organe mit Sicherheit als die Nieren dieser Thiere zu betrachten. Sie liegen in zwei mit je einem Ausführungsgange versehenen Säcken. (S. Fig. 72.)

Auch die sogenannten Kiemenherzen der Loliginen und Octopoden müssen den Harnorganen zugezählt werden. Sie sind nicht von muskulöser Beschaffenheit, sondern in ihren maschigen Wandungen finden sich Harnstoff-Concremente.

Ein lange mit der Niere zusammengeworfenes Organ ist die Purpurdrüse, welche sich u. a. bei den mittelmeerischen Arten von *Purpura* und *Murex* findet. Die blass-grünlich-gelbe Drüse,

von länglicher Gestalt, liegt auf dem Mastdarm und endigt kurz vor der Analöffnung [1]).

Geschlechtsorgane.

Nur wenige Lamellibranchiaten, *Cyclas*, *Clavagella*, *Pecten*, *Ostrea* sind hermaphroditisch. Hoden und Eierstöcke liegen jederseits zwischen den Eingeweiden. Bei den übrigen Lamellibranchiaten aber, also der grossen Mehrzahl, sind die Geschlechter getrennt, obwohl ausser der Brunstzeit nur selten zu unterscheiden. Auch hier liegen die beiden Hoden oder Ovarien im Abdomen, unter der Leber und um die Darmwindungen herum. Ihre Ausführungsgänge münden entweder neben den Mündungen der Niere in die Mantelhöhle oder sogar in die Nierenhöhle selbst. Durch das Flimmerepithelium der Mantelhöhle werden bei den Najaden die Eier zwischen die Lamellen der äusseren Kiemenblätter geführt, und die Kiemenfächer versehen somit die Stelle eines Uterus. Auch der Samen gelangt (wie schon oben bemerkt) dorthin. Die weiblichen Individuen von *Anodonta* sind durch die bedeutende Ausbuchtung der Schalen kenntlich, in welchen die bei der Entwicklung der Brut sehr anschwellenden Kiemenblätter Platz finden.

Die Cephalophoren sind theils Hermaphroditen, theils getrennten Geschlechts; in beiden Abtheilungen kann man an den weiblichen Zeugungsorganen ziemlich allgemein einen Eierstock, Eiweissdrüse, Eileiter, Uterus, Scheide und *receptaculum seminis* unterscheiden, an den männlichen den Hoden, *vas deferens*, *ductus eiaculatorius*, *penis*, wozu namentlich bei den Zwittern noch mehrere in den gemeinschaftlichen Geschlechtsausführungsgang mündende Drüsen kommen.

Geschlechtsorgane der hermaphroditischen Cephalophoren.

Hermaphroditische Schnecken sind die Ruderschnecken, Hinterkiemer und Lungenschnecken. Alle zeichnen sich durch die sogenannte Zwitterdrüse aus.

Abgesehen von den Fällen *(Janus, Calliopaea, Actaeon)*, wo Hodenfollikel und Eierstocksfollikel vollständig aus einander gelegt sind, beide aber einen gemeinschaftlichen Ausführungsgang haben,

1) Specielleres: Jhering, Zur Morphologie der Niere der Mollusceu: Z. f. w. Zool. XXXIX.

scheinen zwei Hauptformen der eigentlichen Zwitterdrüsenbildung angenommen werden zu müssen. In dem einen Falle, bei den Pteropoden und Nacktkiemern (nachweislich *Cymbulia*, *Tritonia*), besteht die Drüse aus besonderen Samenschläuchen und Eifollikeln, welche letztere blosse Ausbuchtungen der ersteren sind. Bei *Cymbulia* fällt die männliche Reife und Brunst des Individuums vor die weibliche, und solche zeitliche Verschiedenheit der Brunst ist wahrscheinlich bei vielen Zwitterschnecken vorhanden und bedingt die gegenseitige Befruchtung. In dem anderen Falle, der bei den Lungenschnecken Regel zu sein scheint, finden sich wahre Zwitterfollikeln, in deren Wandungen die Eier sich bilden, während die Samenelemente in der Höhlung der Schläuche entstehen; oder auch beide, sowohl die Eikieme als die Samenbildungszellen gehen durch Abschnürung aus dem einfachen Epithel hervor.

Fig. 73. Generationsorgane v. *Helix pomatia*. *z* Zwitterdrüse; *e* Eiweissdrüse; *d* Eileiter; *v* Samenleiter; *f* Penisscheide; *g* Flagellum; *m* Muskel; *h* Hautlappen; *p* Gen.-Oeffnung; *i* Pfeilsack; *k* fingerförm. Drüsen; *r* ♀ Samenblase; *l* deren Stiel.

Bei den Pulmonaten existirt auch für Samen und Eier nur ein einziger gemeinsamer Ausführungsgang, und dies dürfte das allgemeine Verhalten sein. Von da an, wo der anfänglich gemeinsame Gang sich spaltet, weichen die Familien und Gattungen vielfältig von einander ab. Häufig geht das *vas deferens* von der *tuba* ab, ehe diese in den Uterus übergeht, und verläuft ganz isolirt mit mehreren Windungen und Biegungen zum Penis. Oder das *vas deferens* verlässt die *tuba* an der Uebergangsstelle in den Uterus, läuft aber als eine Rinne oder Halbkanal an dem Uterus hinab, entweder bis zur gemeinschaftlichen Geschlechtsöffnung (z. B. bei *Aplysia*), oder nur bis zu einer gewissen Stelle des Uterus, von wo es selbständig nach dem Penis überführt (Pulmonaten). (Fig. 73.)

Da, wo der Eiergang sich in den Uterus inserirt, mündet auch sehr häufig eine ansehnliche weissliche, oft zungenförmige Drüse, die vermuthlich dazu dient, die Eier nach der Begattung weiter auszubilden und ihnen

das Eiweiss zu liefern. Sie kann also Eiweissdrüse genannt werden.

Der Uterus ist bei den Pulmonaten ein langer, gedrehter und mit vielen Querfalten versehener Schlauch, bei anderen ist er nur kurz. Er geht in die Scheide über.

In diese münden noch mehrere Schläuche und Drüsen, von denen man namentlich die Samentasche (*receptaculum seminis*) erkannt hat. Diese ist eine birnförmige Blase mit einem längeren oder kürzeren hohlen Stiele, welche zur Aufnahme des Samens dient. Von hier aus wandert er jedoch bei den Helicinen (wie? ist unbekannt) in einen oder zwei Blindsäcke am Uterus neben der Eiweissdrüse. Bei den Helicinen ist unterhalb der Mündung des *receptaculum seminis* ein cylindrischer Sack gelegen, der Pfeilsack, in dessen Höhle sich der sogenannte Liebespfeil bildet, welcher wahrscheinlich als Reizorgan dient. Die beiden Büschel von Blindsäcken oder die wenigen Blindsäcke, welche sich am Grunde des Pfeilsackes inseriren, die fingerförmigen Drüsen, scheinen das Material der Kalkpfeile zu liefern.

Den männlichen Geschlechtsapparat angehend, haben wir noch zu bemerken, dass man eine Drüsenmasse, welche bei mehreren Schnecken (*Pleurobranchaea, Thetis, Limnaeus stagnalis* u. a.) das *vas deferens*, bald nachdem es den Eileiter verlassen, umgiebt, als *prostata* betrachtet.

Als männliches Begattungsorgan ist gewöhnlich eine hervorstülpbare Ruthe vorhanden, welche entweder (*Gymnobranchia*) in einem besonderen *praeputium* steckt, oder frei in der Leibeshöhle liegt und häufig (bei vielen Helixarten u. a.) nach hinten in einen geisselförmigen Anhang, *flagellum*, übergeht, der hohl ist, jedoch nicht umgestülpt wird. Es bildet sich darin der Endfaden der Spermatophoren, deren dicker Vordertheil im hinteren Theile des Penis entsteht.

Die äusseren Oeffnungen der Geschlechtsorgane liegen meist auf der rechten Seite, seltener (*Limnaeus, Planorbis, Physa*) auf der linken Seite des Halses. Theils ist eine gemeinschaftliche Geschlechtskloake vorhanden (*Helix, Limax* u. a.) theils liegt die Oeffnung des Penis vor der Scheidenmündung (*Limnaeus, Planorbis* u. a.), theils auch ist zwar eine gemeinschaftliche Geschlechtskloake da, der Penis aber liegt weit davon entfernt, meist neben dem Schlundkopf unter dem rechten Fühler, und der Same wird durch

eine äussere Rinne von der Geschlechtsmündung bis zur Ruthenöffnung geleitet.

Geschlechtsorgane der nicht hermaphroditischen Cephalophoren.

Zu dieser Abtheilung gehören die Kielfüsser und Vorderkiemer.

Im Allgemeinen finden sich bei jedem Individuum entweder die männlichen oder die weiblichen Geschlechtswerkzeuge in der Art, wie wir sie verbunden bei den Hermaphroditen sehen. Hode und Eierstock liegt gleichfalls in der Lebersubstanz eingebettet, und ein einfacher, nur ausnahmsweise bei *Chiton* doppelter Ausführungsgang begiebt sich als *vas deferens* oder *tuba Fallopii* nach vorn, meist auf der rechten Seite. Nimmt der Eileiter (bei den Gasteropoden) eine drüsige Beschaffenheit an, so nennt man ihn Uterus. Die mancherlei drüsigen Anhänge, sowie das *receptaculum seminis* sind bei Weitem nicht so verbreitet, als bei der vorigen Abtheilung. Von den einheimischen Schnecken besitzen jedoch *Paludina vivipara* die zungenförmige Drüse und ein kurzes *receptaculum seminis*.

Die meisten dieser Cephalophoren (*Ctenobranchia, Operculata*, mehrere *Heteropoda)* sind mit einem Penis versehen, in welchen das *vas deferens* einmündet.

Alle Cephalopoden sind getrennten Geschlechts. Der einfache Eierstock liegt im Grunde des Mantels, lose von einer derben Eierstockskapsel umgeben. Die Eier, die während ihrer Bildung im Ovarium von einem, dem Eierstock angehörigen Ueberzuge, der Eikapsel, umhüllt sind, fallen, nachdem diese Hülle geplatzt, in die Eierstockskapsel und werden durch einen oder zwei oder (Myopsiden, durch Rückbildung) einen, am Grunde des Trichters neben dem Mastdarm mündenden Eileiter entleert. Drüsige Anschwellungen (Eileiterdrüsen), welche bei den Loliginen an dem Oviducte in der Nähe der Mündung, bei den Octopoden in der Mitte der Oviducte sich finden, sondern wahrscheinlich die mannichfaltigen Hüllen des Laiches ab. Auch die sogenannten Nidamental-Drüsen der Loliginen und Nautilinen, auf dem Tintenbeutel liegend, haben wohl dieselbe Bedeutung.

Die männlichen Geschlechtswerkzeuge sind bei denjenigen Cephalopodenarten, wo die Männchen und Weibchen an Grösse und Gestalt gleich kommen, so angeordnet: der einfache

Hode ist von einer, der Eierstockskapsel entsprechenden Hodenkapsel, einer Bauchfelltasche, umgeben. Das von der Kapsel ausgehende *vas deferens* nimmt nach einem vielfach gewundenen Verlaufe in seinen Wandungen eine drüsige Beschaffenheit an und an dem oberen Ende die Mündung eines oder zweier drüsigen Schläuche auf. Etwas weiter nach oben geht es in das vordere Ende eines weiten Sackes, der *bursa Needhamii* über, und die Fortsetzung derselben, der *ductus eiaculatorius*, endigt links vom Mastdarm mit einem kurzen Penis. Höchst eigenthümlich verhalten sich nun die Samenschläuche oder Spermatophoren, in denen der Samen entleert wird. Ihre Bildung beginnt in dem oberen drüsigen Theile des *vas deferens*, und wahrscheinlich liefert der dort einmündende Blindsack den Stoff dazu. Fertig liegen sie in grösserer Menge in der *bursa Needhamii*. Sie bestehen aus einer derbhäutigen cylindrischen Hülle, die am unteren Ende kolbenförmig angeschwollen ist, und zwei in dieser enthaltenen verschiedenartigen Theilen. Im Hinterende des Samenschlauches liegt eine, von einer besonderen häutigen Hülle eingeschlossene Portion Samen, im Vorderende ein mit diesem Samensacke verbundener Ausschnellungsapparat, hauptsächlich ein spiralig gewundenes Band. Sobald durch die Begattung ein Samenschlauch in die Mantelhöhle des Weibchens gelangt ist, saugt er Wasser bis zum Platzen, worauf der Spiralfaden ausschnellt und die Samenportion nach sich zieht. Die Befruchtung geht in der Eierstockskapsel vor sich, wohin der Same wahrscheinlich durch die Eileiter gelangt.

Die Männchen der meisten Cephalopoden besitzen einen sogenannten hectocotylisirten Arm[1]), am merkwürdigsten ausgebildet bei *Argonauta*, *Octopus granulosus Lmk. (O. Carenae Ver.)* und *Tremoctopus violaceus*. Hier entwickelt sich dieser zur Aufbewahrung des Samens und Vermittlung der Begattung bestimmte Arm *(Hectocotylus)* in einem Säckchen, welches später platzt und, mit dem Rücken des Hectocotylus verbunden, sich umstülpt, und bei dem Hectocotylus von *Argonauta* und *Octopus* als pigmentirte Rückenkapsel bleibt. Der Arm besteht aus einem dickeren napftragenden Theile und einem dünneren, geisselförmigen,

1) *Argonauta* — 3. linker Arm; *Tremoctopus*, *Octopus* und *Heledone* — 3. rechter Arm; *Rossia* — 1. linker Arm mit dem rechten uur in der Mitte; *Sepiola* — 1. linker Arm in ganzer Länge; *Sepia* — 4. linker Arm am Grunde; *Sepiotheutis* und *Loligo* — 4. linker Arm an der Spitze; *Loliolus* — 4. linker Arm in ganzer Länge.

Ohne hectocotylisirten Arm sind *Ommatostrephes*, *Onychotheutis* und *Loligopsis*.

welcher die unmittelbare Fortsetzung der Axe des ersteren ist und als Penis fungirt. Der dickere Theil stimmt seiner Structur nach mit einem gewöhnlichen Arme überein, namentlich in Betreff der Nerven und Gefässe. Ausserdem aber findet sich darin eine, die Spermatophoren aufnehmende Samenkapsel, deren Höhlung sich fast bis an das Ende des Penis fortsetzt und hier ausmündet, während die Spermatophoren durch eine in der Rückenwand befindliche Oeffnung hineingelangen. Im Hinterleibe der Männchen nämlich liegen die eigentlichen Geschlechtsorgane, die in nichts Wesentlichem von denen anderer Cephalopoden abweichen, und in deren einem Theile auch die Spermatophoren sich bilden. Auf welche Weise die Spermatophore, welche bei *Oct. Carenae* ausserordentlich lang ist (3″), durch jene äussere Oeffnung in den Samenschlauch des Hectocotylus gelangt, ist nicht vollständig ermittelt. Wahrscheinlich unter einer Umarmung reisst der Hectocotylusarm los, und vermag nun in höchst merkwürdiger, an Individualität streifender Selbständigkeit den Penis in die weibliche Geschlechtsöffnung einzusenken, mehrere Tage hindurch seine Lebensfähigkeit bewahrend.

Wie gesagt, haben die meisten anderen Gattungen ebenfalls einen Hectocotylusarm, jedoch weniger auffallend ausgebildet. Der selbe fungirt als Begattungsorgan.

Entwicklung. Berücksichtigen wir zunächst die Acephalen und Cephalophoren, so sind, wie gewöhnlich, drei Perioden ihrer Entwicklung zu unterscheiden, die der Embryonalbildung, des Larvenstadiums und der Metamorphose. Die Furchung führt nur selten zur Herstellung eines gleichmässigen Blastoderms (primordiale Furchung bei *Limnaea*), sondern ist ungleichmässig. So entsteht ein sehr verschiedenes Aussehn der nun folgenden Einstülpungen und Gastrulabildungen, die aber, selbst die scheinbar ganz exceptionellen Najaden eingerechnet, in Zusammenhang zu bringen sind und die Einheit des Stammes bekunden [1]). Aus dem Ectoderm gehn natürlich die Hautbedeckungen und Mantel, später die Athmungswerkzeuge als Faltungen und Vertiefungen hervor; ein Zellenwulst giebt den Fuss. Das für beide Klassen characteristische Velum oder Segel ist bei den Lamellibranchiaten eine einfache Scheibe oder Lappen, das bei *Pisidium* sehr rudimentär, bei den Najaden kaum noch in den die Drehungen des Embryo im Ei bewirkenden Wimpern erkannt werden kann.

1) Gegen die Einheit des Molluskentypus ist Jhering (Z. f. wiss. Zoll. XXVI).

Bei den meisten Cephalophoren ist es zweitheilig. Es ist bei den pelagischen Formen am stärksten entfaltet, bei *Firola* mit 4, bei *Atlanta* u. a. mit 6 Lappen. Geringer ist es bei den Süsswasser-Pulmonaten, fast oder ganz reducirt bei den Landschnecken. In einer Vertiefung oder taschenförmigen Abschnürung, dem Munde gegenüber, bildet sich die Schale, zwischen Mund und Schalendrüse der Fuss; auch entstehn die Sinnesorgane und die Hauptganglien[1]) durch Abschnürungen des Ectoderms. Ebenso gehört das Epithel des Vorderdarmes dem Ectoderm an.

Eine mittlere Keimschicht, Mesoderm, scheint sich vorzugsweise vom Ectoderm abzusondern und giebt, anfänglich in Form gestreckter Zellen, die Muskulatur.

Wie erwähnt, ist die Furchung in der Regel ungleichmässig, die zur Einstülpung und zum Entoderm bestimmte Hälfte des „Nahrungsdotters" besteht aus grösseren, oft nur wenigen Zellen. Sie geben das Material oder auch direct die Anlage des Mittel- und Hinterdarmes und der Leber. Die widersprechenden Angaben über Entstehung von Mund und After werden vielleicht durch die Beobachtung von Rabl ausgeglichen, dass der primitive Mund in eine längere Spalte sich verzieht, welche sich von hinten her zum definitiven Munde verengt.

Besondere Aufmerksamkeit verdient die embryonale Blutcirculation der Lungenschnecken, welche bei den Wasserpulmonaten durch die Zusammenziehungen des Fusses, bei den Landpulmonaten durch eine Blase am Ende des Fusses geregelt wird. Auch zeichnen sich diese durch eine provisorische Niere aus.

Während der oben berührten Bildungsvorgänge oder nach Abschluss derselben ist der Embryo in das Larvenstadium eingetreten, am prägnantesten die Formen mit wohl entwickeltem Segel, während die Gattungen mit mangelndem oder rudimentärem Segel mehr oder weniger direct in den definitiven Zustand übergehen[2]). Als Larvenorgan kommt für die Nacktkiemer ein

1) Nach Bobretzki sollen dagegen die Ganglien einzeln aus dem Mesoderm entstehen.

2) Ueber die ganz eigenthümlich abweichenden Najaden s. Rabl, Entw.-Gesch. d. Malermuschel. Jen. Zeitschr. f. N. 1876. X. Die Larven entwickeln sich in den Fächern der äusseren Kieme der ♀. Mit einem Byssusfaden versehen siedeln sie sich dann auf und in der Haut von Fischen (Gründling, Cottus gobio u. a.) an. Während der Metamorphose wird der eine Larvenschliessmuskel durch zwei neue Muskel ersetzt, ferner die embryonale Schale durch die definitive Muschel, worauf das embryonale Gehäus sitzen bleibt. Vorher schwindet der am Rücken gelegene Gastrulamund mit der Gastrulahöhle und es entsteht eine zweite definitive vordere Darmeinstülpung.

zierliches, ein kahn- oder pantoffelförmiges Gehäus hinzu, welches durch ein auf dem Rücken des Fusses befindliches Deckelchen geschlossen wird. (Fig. 74.)

Demnach besteht die Metamorphose wesentlich in der Ausbildung des Fusses und dem Schwund des Segels.

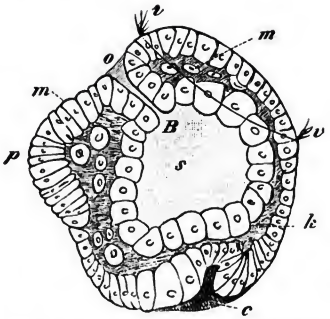


Fig. 74. Larve von *Firoloides Desmarestii* (n. Fol). *B* primitiver Mund; *o* definitiver Mund; *s* Magen; *p* Fuss; *v* Segelanlage; *c* Schalengrube; *k* Körperhöhle; *m* Mesodermzellen.

Die Entwicklung der Cephalopoden gewinnt von Anfang an dadurch ein fremdartiges Aussehen, dass die eigentliche primitive Eizelle flach dem grossen Ballen Nahrungsdotter aufliegt, und das von jener aus ein einschichtiges den Nahrungsdotter umwachsendes Blastoderm entsteht, dessen centraler Theil das eigentliche Ectoderm des Embryos bildet. (Fig. 75). Der Rand dieser cen-

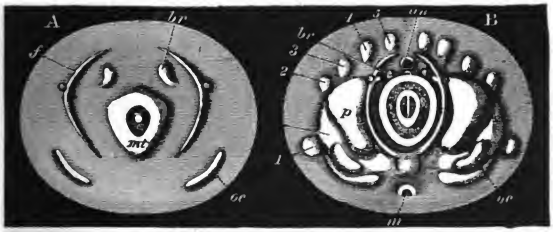


Fig. 75. Oberflächenansicht der Keimscheibe von *Sepia* (n. Kölliker). *mt* Mantel; *oc* Auge; *f* Trichterfalten; *br* Kiemen; *an* After; *m* Mund; 1 bis 5 Arme; *p* Kopflappen.

tralen Scheibe stülpt sich nach einwärts, und aus dieser Randverdickung gehn die beiden anderen Keimblätter hervor, während die grosse Kugel des Nahrungsdotters nur durch eine dünne Hüllschicht von dem eigentlichen Bildungsmaterial abgetrennt ist. Der äusserliche Verlauf der Embryobildung ist, dass um die scheibenförmige Anlage des Mantels peripherisch die Trichterhälften, die Kiemen, die Augen mit dem vorderen Kopflappen, später die Mundgrube und ihr gegenüber die Arme erscheinen, dass diese Theile ein-

ander näher rücken und vereinigt sich allmälig vom Dottersacke abschnüren. (Fig. 76.)

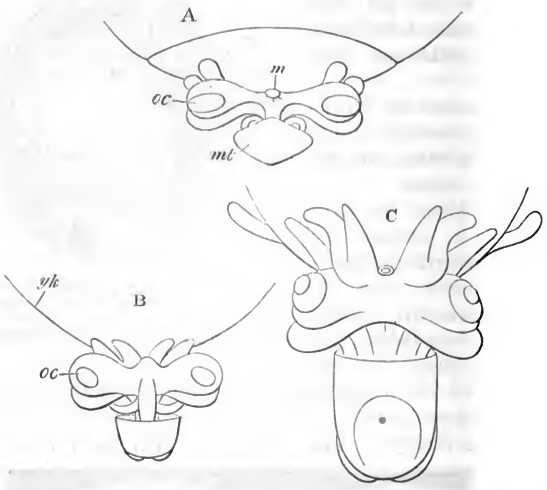


Fig. 76. Seitenansicht späterer Entwicklungstadien von *Sepia* (n. Kölliker). *m* Mund; *gk* Dottersack; *oc* Auge; *mt* Mantel.

VII. Tunicata. Mantelthiere. Urwirbelthiere[1]).

Fol, *Études sur les Appendiculaires.* Génève 1872.
Grobben, Doliolum und sein Generationswechsel. Wien 1882.
R. Leuckart, Zoologische Untersuchungen. II. Giessen 1854. (Salpen.)
Lacaze-Duthiers, *Les ascidies simples etc.* Arch. d. Zool. exp. Paris 1874.
Giard, *Recherches sur les Synascidies.* Ebd. 1872.
Kowalevsky, Entwicklungsgeschichte der einfachen Ascidien (*Mémoires de l'Ac. de St. Petersbourg,* 1866); dazu mehrere Abhandlungen von Kupfer und Kowalevsky im Archiv für mikrosk. Anatomie.

Systematische Uebersicht über die Mantelthiere.

Tonnen- oder sackförmiger Körper mit dicker, fast immer mit zwei Oeffnungen versehener Mantelhülle, worin Cellulose (Pflanzenzellmembranstoff) als Intercellularstoff enthalten. Die Mundöffnung im Grunde einer weiten sich aussen öffnenden Kiemenhöhle.

1. **Ordnung.** *Appendiculariae.* Frei schwimmend, mit einem bleibenden Ruderschwanz. Kiemenhöhle mit nur einer Oeffnung. *Appendicularia.*

2. **Ordnung.** *Salpae.* Frei schwimmend mit polar entgegengesetzten Oeffnungen der Mantel- (Kiemen-) Höhle.

   Doliolum. Aus dem Ei ein vollständig ausgebildetes geschlechtsloses Individuum. Der ventrale Keimstock (Stolo) desselben (das Homologon des Keimstockes der Salpen) geht zu Grunde; aber an einem dorsalen Stolo sprosst eine zweite Ammengeneration. Aus deren dorsalem Stolo entstehn Lateral- und Median-Sprossen, welche letztere wieder zur Geschlechtsgeneration werden.

---

1) Von der Entdeckung der „Segmentalorgane" der Wirbelthiere (s. u.) ausgehend hält Semper nicht die Tunicaten, sondern die Anneliden für die nächsten Verwandten der Wirbelthiere.

Pyrosoma. Feuerzapfen. Viele Einzelthiere in einer gemeinsamen festen Hülle bilden einen Stock in Form eines, an einem Ende geschlossenen Hohlcylinders. Zwitter. Aus dem Ei ein unvollständiger Embryo. Derselbe producirt durch Knospung vier Individuen (zweite Generation), welche auf einem dorsalen Keimstock die Geschlechtsindividuen (dritte Generation) entwickeln, die Grundlage der Kolonie.

Salpa. Die Geschlechtsthiere zweireihig in Ketten vereinigt. Das Ei zerfällt in eine sogenannte Placenta und den eigentlichen Embryo (zweite Generation), aus dessen dorsalem Keimstock die Geschlechts- oder Kettenindividuen (dritte Generation) entsprossen.

3. **Ordnung.** *Ascidiae.* Festsitzende Mantelthiere. Die aus dem Ei hervorgehende Larve bewegt sich mit Hülfe eines Ruderschwanzes. Nach Verlust desselben setzt sich das Thier fest. Die Mantelöffnungen nicht entgegengesetzt.

a) *Ascidiae simplices.* Einfache Ascidien. Einzelthiere.
Cynthia. Ascidia. Phallusia.

b) *Ascidiae sociales.* Gesellige Ascidien. Aestige Familienstöcke mit grösserer Selbständigkeit der Individuen. Generationswechsel.
Clavellina.

c) *Ascidiae compositae.* Zusammengesetzte Ascidien. Zahlreiche durch Knospung entstehende Individuen sind zu massigen oder lappigen Famlienstöcken verbunden. Generationswechsel.
Botryllus. Didemnum. Amarucium.

Haut und Mantel. Die Haut oder die eigentliche, die Organe zunächst umgebende Hülle ist von zelliger Beschaffenheit, in sehr verschiedenem Grade der Entwicklung. So gleicht sie bei *Doliolum* den Doppelwänden eines Fasses, welche, unbedeutende Verbindungsfäden abgerechnet, nur an den Körpermündungen in einander übergehen und zwischen sich die Blutmasse und die Eingeweide — die Kiemen abgerechnet — enthalten, während bei den Salpen eine bindegewebige Zwischenmasse mit Blutlacunen vorhanden ist. *Doliolum* hat ausserdem keine zweite Hülle. Bei den übrigen findet sich der aus Zellen und Zwischenmasse bestehende Mantel, welcher auch nur an den Oeffnungen in engerer Continuität mit der Haut ist, und welchem nach Wachsthum, mikroskopischer und chemischer Beschaffenheit auch die gemeinsame Hülle der Pyrosomen und zusammengesetzten Ascidien entspricht.

Zu einem sehr merkwürdigen, an die Brachiopodenschale erinnernden Gehäus mit Deckel hat sich der Mantel einer Ascidie des Mittelmeeres, *Chevreulius callensis*, entwickelt.

Die Muskulatur ist besonders bei den schwimmenden Tunicaten entwickelt und besteht aus starken Sphincteren der Leibesöffnungen nebst zwischen ihnen liegenden, den Tonnenbändern gleichenden Ringmuskeln. Dieselben liegen bei *Doliolum* an der Innenseite, bei *Salpa* und *Pyrosoma* an der äusseren Seite der inneren Haut.

Ernährungsapparat. Der in einen Knäuel gewundene Verdauungskanal der Salpen bildet den durch seine Färbung hervorstechenden sogenannten *nucleus*. Ein Paar Falten in der Bauchwand der Kiemenhöhle bilden eine mit längeren Cilien und festeren Wandungen ausgestattete Rinne, den Endostyl, bis zu der von Lippen umgebenen Mundöffnung, welche unmittelbar in den Darmkanal führt. Dieser ist ohne Magen und öffnet sich nicht weit vom Munde wieder in die Kiemenhöhle. Auch bei den meisten Ascidien findet sich in der grossen Respirationshöhle, in deren Grunde die Mundöffnung liegt, eine ähnliche Rinne. Auf einen kurzen, weiten Schlund folgt ein starke Längsfalten zeigender Magen. Der Darm ragt hinter dem Magen etwas in die Leibeshöhle hinab, biegt dann wieder nach oben, und die, wie die Athemöffnung, mit Tentakel umgebene Afteröffnung liegt in der Nähe von jener. Besonders bei den Ascidien findet in der Umgebung des Magens eine Anhäufung von Drüsenzellen statt, deren Secret mit die Verdauung beeinflussen dürfte.

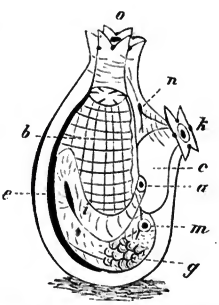


Fig. 77. Ascidie, schematisch (n. Lacaze-Duthiers). *o* Kiemeneingang; *k* Kloakenöffnung; *b* Kiemensack; *e* Flimmerrinne; *m* Mund; *i* Darm; *a* After; *c* Kloake; *g* Generationsorgane; *n* Ganglion.

Wie schon oben angedeutet, ist das Blut in den weiteren oder engeren, dann gefässartigen Lacunen der Leibeshöhle enthalten. Nur ein Herz ist immer vorhanden, bei den Salpen ein Schlauch in der Nähe des Nucleus, bei den Ascidien ein längerer Schlauch in der hinteren Körperabtheilung, mit einer hinteren und vorderen Gefässfortsetzung, welche sich in das wandungslose Lacunensystem öffnen. Durch die wellenförmigen Zusammenziehungen des Herzens wird um so weniger eine regelmässige Cir-

culation bewirkt, als diese Contractionen, ähnlich wie in den Hauptgefässen der Egel, von Zeit zu Zeit umsetzen.

Die Salpen haben eine einfache schräg durch die Mantelhöhle ausgespannte Kieme. Der Wasserwechsel wird theils durch den Cilienbesatz der Kieme, namentlich aber durch die Contractionen der Schwimmhöhle besorgt. Bei den Ascidien erscheint die Kieme in Form eines grossen, mit einer einfachen Oeffnung oder kurzen Röhre versehenen Athemsackes, durch welchen auch die Nahrung gehen muss. Die Haut dieser Respirationshöhle zeigt sehr regelmässige Längs- und Querleisten, wodurch sie in lauter viereckige Falten und ein wimperndes Gitterwerk getheilt wird, worin sich die Blutkanäle befinden. Zwei grössere sinusartige Kanäle in den Kurvaturen des Athmensackes sind die Stämme von Querkanälen auf denen Längskanäle senkrecht stehen. Die Kiemenspalten öffnen sich in eine besondere Peritonealhöhle, wovon die Kloake eine Aussackung bildet.

Das Nervensystem der ausgewachsenen Tunicaten erscheint ganz auffallend reducirt in Vergleich zu der Ausdehnung, welche es bei den Embryonen und Larven, namentlich der Ascidien hat. Es liegt bei diesen als ein immer noch ansehnliches Ganglion in dem Winkel zwischen den beiden Körperöffnungen, bei den Salpen und Verwandten an der Rückenseite, d. h. der dem Eingeweideknäuel entgegengesetzten, unweit der Eingangsöffnung in die Kiemenhöhle. Mit ihm pflegen eigenthümliche, aber ihrer Function nach unklare Sinnesorgane unmittelbar in Verbindung zu stehen (s. unten bei Entwicklung).

Fortpflanzung und Entwicklung. Bei den Tunicaten herrscht die Zwitterbildung vor, jedoch liegt oft, z. B. bei den Salpen, der Eintritt der weiblichen von der männlichen Geschlechtsreife so weit entfernt, dass die eine schon abgelaufen, ehe die andere sich einstellt. Und zwar sind bei den Salpen die Individuen der Salpenketten die Geschlechtsthiere. Bei den Ascidien liegt ein länglicher, gelblicher Eierstock in der Leibeshöhle, dessen Ausführungsgang neben dem Mastdarm in die Höhe steigt und sich in die Cloake öffnet. Eine zweite weissliche Drüsenmasse, neben und unterhalb dem Ovarium gelegen, ist der Hode. Das *vas deferens* verläuft neben dem Eileiter. Nur die Gattung *Cynthia* weicht hiervon ab, indem ihre Geschlechtsdrüsen (vielleicht nur Eierstöcke) mit besonderen Ausführungsgängen zwischen Kiemen- und Muskelschlauch sich befinden.

Wie oben angedeutet sind bei den neugeborenen Ketten-Salpen die Hoden noch gar nicht sichtbar; es können sich daher nur Salpen verschiedener Ketten befruchten. Dagegen entstehen die Eier schon sehr früh. Einige Salpen (*S. zonaria* und *microstoma)* haben 3 bis 5 Eier, die meisten nur eins, das in einer besonderen Eikapsel (Eierstock) liegt. Der Stiel dieser Kapsel verkürzt sich nach der Befruchtung, und dadurch wird mit dem Ei eine zapfen- oder beerenförmige Auftreibung der inneren epithelialen Haut der Athemhöhle gebildet.

Nach totaler Furchung entsteht in dieser allgemeinen Embryoanlage eine centrale Höhle, die „primitive Darmhöhle", und darauf geht aus dem ganzen primitiven Embryo durch eine Abschnürung die sogenannte Placenta (die untere Hälfte), und der eigentliche Embryo hervor. Die Höhlung des Fruchtkuchens, aus dem primitiven Darm hervorgegangen, steht in unmittelbarer Verbindung mit der Kiemenhöhle und den Kiemenwandungen des Embryo und dient zur Vermittlung der Ernährung zwischen Mutter und Frucht, ohne das zwischen der Leibeshöhle des Mutterthieres und der Höhle der Placenta eine directe Communication statt findet. Die Organe des Embryo gehen wesentlich aus drei Zellenhaufen hervor. Aus dem vorderen entspringt das Nervensystem, welches, wie bei den Ascidienembryonen, in dem anfänglichen Stadium weit ausgedehnter ist, als im erwachsenen Thiere und dort aus drei hinter einander liegenden Blasen besteht. Dieselben nehmen in ihrer grössten Entwicklung zwei Drittel der ganzen Länge des Embryo ein. Der zweite Zellenhaufen wird zur Cloakenblase, der dritte zum Herzen, während der Darmkanal eine Ausstülpung der primitiven Darmhöhle ist. Zu erwähnen ist noch ein zelliges Embryonalorgan, der Oelkuchen oder Elaeoblast.

Der reife Embryo reisst sich von seiner Anheftungsstelle los und wird aus der mütterlichen Athemhöhle durch die Cloakenöffnung entleert.

Diese solitären Salpen sind Ammen, von den Ammen der meisten Thiere durch ihre hohe Entwicklung abweichend. Sie gleichen der Geschlechtsgeneration äusserlich bis auf geringe Abweichungen, wegen welcher sie von den meisten früheren Forschern als besondere Arten bezeichnet worden sind. Ihr Fortpflanzungsorgan ist ein Keim- oder Knospenstock, ein hohles hakenförmiges Gebilde, umgeben von einer Scheide des äusseren Cellulosemantels. Aus diesem Keimstock gehen die Salpenketten hervor,

und zwar in einzelnen, in dem Fortschritt der Entwicklung übereinstimmenden Sätzen. Jede Salpe entsteht an und mit Verwendung des Keimstockes durch Verschmelzung zweier anfänglich ganz getrennter Stücke oder Knospen.

In welcher Weise dieser Entwicklungskreis auf denjenigen von *Doliolium* und *Pyrosoma* zurückgeführt werden kann, ist in der systematischen Uebersicht wenigstens angedeutet (nach Kowalevsky, und Grobben).

Sowohl bei den einfachen, als bei den zusammengesetzten Ascidien ist die geschlechtliche Fortpflanzung mit einer Metamorphose oder auch mit Generationswechsel verbunden. Aus der Entwicklungsgeschichte der Ascidien, namentlich der einfachen, ist schon längst bekannt, dass die Larve in Gestalt eines mit einem sehr beweglichen Ruderschwanze versehenen Wesens das Ei verlässt und nach kurzer Schwärmzeit mit Hülfe einiger, dem Schwanze entgegengesetzt stehender Haftapparate sich befestigt unter Verlust des Ruderorganes. Auch kannte man in dem letzteren einen eigenthümlichen zelligen Strang sowie die bedeutende Ausdehnung des embryonalen Nervenknotens. Dieses Larvenstadium nimmt aber das höchste Interesse in Anspruch, seit sich ergeben hat, dass es in der Entwicklung und Lagerung seiner Organe genau mit den frühesten Entwicklungszuständen der Wirbelthiere übereinstimmt. Nach der Furchung besteht der Embryo aus einer Zellenschicht, welche eine Furchungshöhle einschliesst. Das Ei flacht sich ab und durch Einstülpung entsteht die Gastrula-Larve mit äusserem und innerem Keimblatt. (Fig. 78.) Die sich verengende Einstülpungsöffnung gelangt durch einseitiges Wachsthum der Larve an die Oberseite des Hinterendes. Von ihr aus nach vorn hin erstreckt sich eine Einsenkung, die Rückenfurche. Diese wird allmälig geschlossen, indem vom Hinterende her über den erst viel später obliterirenden Urmund eine Falte nach vorn wächst, die sich mit den seitlichen Falten vereinigt. Der so entstehende Rückenmarkskanal ist daher lange Zeit vorn frei nach aussen offen und steht auch mit dem Urdarm in directer Verbindung. Während dieser Vorgänge haben sich vom inneren Blatte einige Zellen abgelöst, welche sich zu einem Strange der Rückensaite, *chorda,* vermehren. Diese liegt unter dem Nervensystem. Der primitive Darm wird vom inneren Blatte, dem Darmdrüsenblatte gebildet, von welchem auch ausser

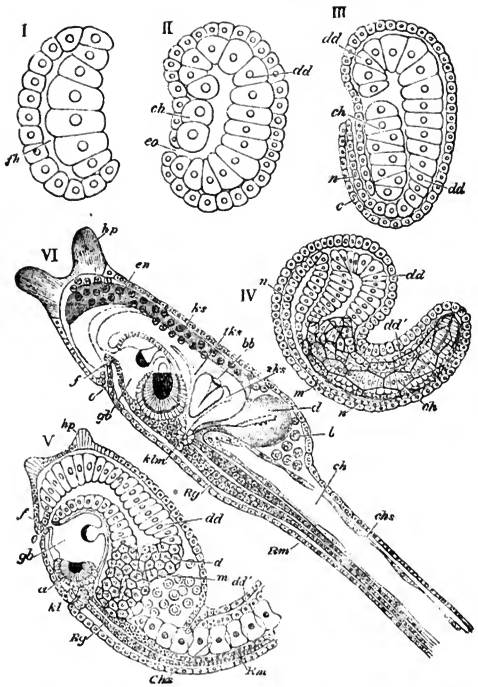


Fig. 78. Aus der Entwicklung der einfachen Ascidien, *Phallusia mamillata* (n. Kowalewsky). *fh* Furchungshöhle; *eo* Urmund der Gastrula; *dd* Entoderm; *ch* Chorda; *n* Nervenrohr; *c* Ectoderm; *m* Muskeln; *a* Auge; *gb* Gehirn, darin das Gehörorgan; *Rg*, *Rm* Vorderer und hinterer Abschnitt des Rückenmarkes; *o* Mund; *kl* u. *klm* Einstülpung des den Kiemensack umgebenden Atriums; *dd* Kiemenabschnitt des Darmkanals; *d* Schlund und Magen; *ks* Kiemenspalte; *hp* Haftpapille; *en* Endostyl.

der Chorda die Zellen eines mittleren Blattes abstammen, die sich zu Muskeln u. a. umbilden.

Nachdem sich das vorn bedeutend erweiterte Nervenrohr geschlossen, kann man an demselben eine Gehirn-, eine Rumpfblase und das im Schwanze liegende Rückenmark unterscheiden. In der ersten liegen zwei eigenthümliche Sinnesorgane, welche sich als Ohr und Auge deuten lassen.

Nach Obliterirung der Einstülpungsöffnung ist der primitive Darm geschlossen. Der Mund (Kiemenhöhlen-Eingang) der reifen Larve bricht am Rücken vor der Gehirnblase durch. Die Cloake entsteht als eine dem Enddarm entgegenwachsende Einstülpung von aussen. Mit dem Festsetzen der Larve geht durch gänzlichen Verlust des Schwanztheiles sammt der Chorda und die Reduction des Nervensystems die Aehnlichkeit mit dem Wirbelthiere verloren. Auch giebt es Ascidien *(Molgula)* mit abgekürzter Entwicklung, bei denen das höher angelegte Larvenstadium ganz übersprungen wird.

Ganz andere Complicationen haben endlich zur Bildung der zusammengesetzten Ascidien beigetragen. In einfacherer Weise sieht man durch Wucherung und Knospenbildung, welche von der Hüll- und Mantelsubstanz ausgehen, die Stöcke der sogenannten geselligen Ascidien *(Clavellina)* entstehen. Aber auch bei den zusammengesetzten Ascidien, selbst bei den in regelmässige Figuren, Systeme, geordneten geht die Anlage des Stockes aus einer einfachen Larve hervor. Bei den Botryllen bilden sich nicht, wie man früher glaubte, alle Individuen des ersten Systems auf einmal durch Theilung des Larvenleibes, sondern jene acht radiären Gebilde sind die Anlage des Gefässsystems. Vielmehr bekommt das erste Individuum eine seitliche Knospe, und durch fortgesetzte Bildung von Seitenknospen an den neuen Individuen, während die älteren schon zu Grunde gehen, und durch kreisförmige Anordnung der Knospen kommt das System zu Stande. Bei *Amarucium proliferum* entstehen die Knospen aus Theilstücken des Postabdomen, die nach und nach aufwärts neben das Mutterthier rücken. In diesen und den anderen beobachteten Fällen besteht die Knospe aus zwei Häuten, von denen die äussere, eine Ausstülpung der Haut des Mutterthieres, nur die äusseren Bedeckungen liefert. Aus der inneren, einer Ausstülpung der Darmwandung der Mutter, entstehen alle inneren Organe der Knospe. Auch die Knospung der Pyrosomen, Salpen und Doliolen geht nach diesem Typus vor sich.

In Uebereinstimmung mit den andern Tunicaten sind diese durch Knospung erzeugten hermaphroditischen Individuen zu gewisser Zeit mit reifen Eiern versehen, während ihre Samendrüsen noch kein reifes Sperma enthalten. Die Befruchtung muss also von den älteren Generationen ausgehen. Aber nicht alle aus den Eiern hervorkommenden Larven machen sich vom Stock los, sondern ein Theil derselben wird im Stock sesshaft und lässt seine Hülle mit der gemeinschaftlichen Hülle verschmelzen.

VIII. Vertebrata. Wirbelthiere.

Hatschek, Studien über Entwicklung des Amphioxus. Wien 1881.
J. Müller, Vergleichende Anatomie d. Myxinoiden. Schriften d. Berl. Academie 1835—1845.
J. Müller, Ueber den Bau u. d. Gränzen der Ganoiden. Ebendas. 1846.
Cuvier et Valenciennes, *Histoire naturelle d. Poissons.* Paris 1828—1848.
von Siebold, Die Süsswasserfische von Mitteleuropa. 1863.
Hyrtl, Lepidosiren *paradoxa.* 1845.
Günther, Ceratodus. Phil. Transact. 1871.
Gegenbaur, Untersuchungen zur vergleich. Anatomie der Wirbelthiere. 1865 ff.
Duméril et Bibron, *Erpétologie générale.* 1834—1854.
Schreiber, Herpetologia europaea. Braunschw. 1875.
Götte, Entwicklungsgeschichte der Unke. 1875.
Fritsch, Die Vögel Europas. 1858.
Huxley, *On the classification of Birds.* Proc. Zool. Soc. 1867.
Schreber, Die Säugethiere in Abbildungen. Fortgesetzt von Goldfuss u. Wagner. 1775—1855.
Giebel, Die Säugethiere in zoologischer, anatomischer und paläontologischer Beziehung. 1859.

Systematische Uebersicht über die Wirbelthiere.

Sie sind charakterisirt durch ein inneres Skelet und die Lagerung der Hauptorgane. Jenes ist wenigstens als ein eigenthümlicher zelliger Strang, nebst Scheide, als Rückensaite, *chorda dorsalis*, vorhanden. Oberhalb der Chorda liegt das Rückenmark, umgeben von einer Scheide. Unterhalb befindet sich der Darmkanal mit seinen Drüsen. Im Verlaufe der Entwicklung tritt bei den meisten Wirbelthieren an Stelle der Rückensaite die Wirbelsäule. Die erste Anlage des Leibes, nach Sonderung der Keimblätter, ist die mediane Rückenfurche, welche sich zum Rückenmarksrohr schliesst. Der fast ausnahmslos vorhandenen am schärfsten in der Wirbelsäule ausgesprochenen bleibenden Metamerenbildung geht eine primäre Quergliederung (Urwirbel) voraus.

I. Leptocardia. Röhrenherzen.

Einzige noch existirende Art:

Amphioxus (Branchiostoma) lanceolatus. 40—45 mm. lang; im Mittelmeer und Nordsee.

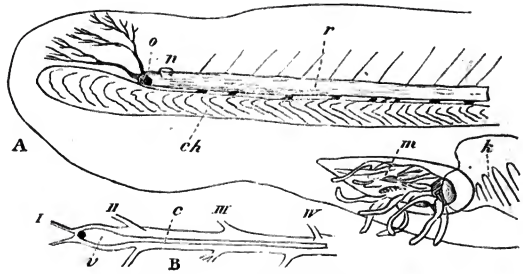


Fig. 79. *A* Vorderende von *Amphioxus lanceolatus*. *m* Mund mit dem sogen. Räderorgan und d. Cirrhen; *k* Kiemenhöhle; *ch* Chorda; *r* Rückenmark; *n* Riechgrube; *o* Auge.

B Vorderende des Centralnervensystems von *Amphioxus*. *I—IV* die vier ersten Nervenpaare; *c* Rückenmarkskanal; *v* Ventrikel; *o* Auge.

Das Skelet ist nur durch die Rückensaite und ein zartes knorpelartiges Mund- und Kiemengerüst repräsentirt. Rückenmark mit unbedeutender Gehirnanschwellung, daher kein Kopf. Eine flimmernde Grube scheint Riechorgan zu sein. Kein Herz; keine rothen Blutkörperchen. Die grösseren Gefässe pulsiren. Die seitliche Mundöffnung führt in den seitlich durchbrochenen und von einer Hautduplicatur überwölbten Kiemensack, dessen hinteres Ende in den Darm übergeht. Das Wasser wird aus jener Kiemenhöhle durch eine unpaarige am Bauche gelegene Oeffnung entleert. (Fig. 79.)

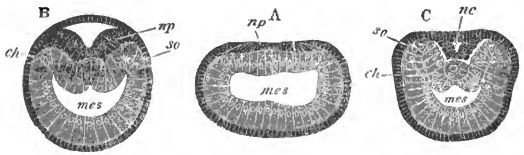


Fig. 80. Querschnitte des Embryo von *Amphioxus* (n. Kow.). *np* Nervenplatte; *nc* Rückenmarksrohr; *ch* Chorda; *mes* Urdarm; *so* Ausstülpungen des Urdarmes, deren Höhlungen zur Leibeshöhle werden.

Zur Veranschaulichung der fundamental wichtigen Anlage des Rückenmarkes und der Chorda dient Fig. 80.

II. Cyclostomata. Rundmäuler.

Auch sie können, gleich den Röhrenherzen, von den Fischen, mit welchen man sie sonst zu verbinden pflegte, als eigene Klasse abgezweigt werden. Sie besitzen in Verbindung mit der knorpeligen Gehirnkapsel ein ganz eigenthümliches knorpeliges Kopf- und Kiemenskelet. Geruchsorgane paarig, mit unpaarem Nasenrachengang. Kiemen beutelförmig *(Marsipobranchia)*. Mund ohne Kiefer, zum Ansaugen geschickt, kreis- oder halbkreisförmig. Keine paarigen Gliedmaassen.

1. **Ordnung**. *Hyperotreta.* Mit (vom Nasengang) durchbohrtem Gaumen. *Myxine. Bdellostoma.*

2. **Ordnung.** *Hyperoartia.* Mit undurchbohrtem Gaumen. *Petromyzon.* Neunauge. Vom *Petromyzon fluviatilis* ist *Ammocoetes branchialis,* Querder, die Larve. Varietäten: *P. Planeri* und *Omalii.* (Fig. 81.)

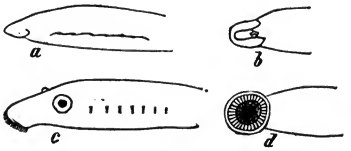


Fig. 81. Verwandlung des *Ammocoetes branchialis* in *Petromyzon Planeri* (n. Siebold). Kopfende der augenlosen Larve, *a* von der Seite, *b* von unten, *c* des entwickelten Neunauges v. d. S., *d* von unten.

III. Pisces. Fische.

Ihre Bewegungsorgane sind paarige und unpaarige Flossen. Sie besitzen Kiefer. Das Herz besteht aus Kammer und Vorkammer. Die Kiemen sind Blättchen, kammförmig auf knorpeligen oder knöchernen Stützen, den Kiemenbogen, angeordnet. Genitalöffnung und Mündung des Harnausführungsganges hinter dem After.

Zum vorläufigen Verständniss der Uebersicht hat man sich noch mit folgenden Eigenthümlichkeiten bekannt zu machen. Die meisten Fische tragen Schuppen. Die sich dachziegelförmig deckenden heissen Cycloidschuppen, wenn der freie hintere Rand derselben glatt, Ctenoidschuppen, wenn er gezähnelt ist. Placoid-, Ganoidschuppen.

Die paarigen Flossen entsprechen als Brust- und Bauchflossen den vorderen und hinteren Extremitäten der übrigen Wirbelthiere. Die unpaarigen sind Rückenflossen in der Mittellinie des Rückens, Afterflosse in der Mittellinie des Bauches hinter dem After, und die Schwanzflosse am Ende der Wirbelsäule. Ihre knöchernen Stützen heissen Stachelstrahlen, wenn sie aus einem einzigen Stück, Weichstrahlen, wenn sie aus vielen Stücken bestehen und auch nach oben in mehrere Zweige aus einander gehen. Stachelflosser sind solche Fische, bei denen die vorderen Strahlen der Afterflosse, die vorderen Strahlen der Rückenflosse oder alle Strahlen der ersten Rückenflosse, sowie ein Strahl der Bauchflossen ungeglie-

dert sind. Bei den Weichflossern sind höchstens die zwei vorderen Strahlen der Rückenflosse ungegliedert.

Mehrere Ordnungen besitzen einen Klappendarm; seine inneren Hautlagen sind entweder in Form einer Wendeltreppe oder eines cylindrisch zusammengerollten Blattes gefaltet.

Das aus dem Körper kommende Blut gelangt durch die Vorkammer in die Herzkammer. Bei einigen Ordnungen ist eine mit Klappenreihen ausgestattete Verlängerung der letzteren als *conus arteriosus* vorhanden. Darauf folgt der Stiel der Kiemenarterie, *truncus arteriosus*.

Die Zungenbeinhörner tragen die Kiemenhautstrahlen, über welche die die Kiemenhöhle unten und zum Theil seitlich schliessende Kiemenhaut ausgespannt ist. In der Fortsetzung des Zungenbeines liegen eine Reihe Knorpel oder Knochen als Träger der Kiemenbogen. Das fünfte Paar Kiemenbogen der Knochenfische bildet, nie Kiemen tragend, die unteren Schlundknochen. Die oberen, der Schädelbasis anliegenden Theile der übrigen Kiemenbogen heissen obere Schlundknochen.

Seitlich werden die Kiemen der meisten jetzt lebenden Fische vom Kiemendeckel verschlossen, meist aus vier Theilen bestehend, *operculum*, *praeoperculum*, *interoperculum*, *suboperculum*.

Von den vier Ordnungen sind aus den Selachiern als den ältesten die Ganoiden, aus diesen wiederum die Knochenfische direct ableitbar. Die vierte Ordnung, diejenige der Doppelathmer, erscheint als eine Sonderentwicklung ebenfalls der Selachier, und führt zu den Amphibien, während aus den Knochenfischen eine Entwicklung höherer Wirbelthiere nicht stattgefunden hat.

1. **Ordnung.** *Selachii.* Skelet grösstentheils knorpelig. Kiemen auf Kiemenbogen, nach aussen angewachsen, daher eine Reihe von Kiemenspalten. Bei den ♂ fungirt der hintere modificirte Theil der Bauchflossen als Hülfs-Begattungsorgane. Die Eileiter sind zu einem *orificium abdominale* verbunden. Vor dem sehr kurzen Arterienstiel ein *conus arteriosus*. Darm mit Spiralblatt.

A. *Holocephala.* Oberkiefer mit dem Schädel verwachsen. Nur eine Kiemenöffnung.

Chimaera. Seedrache.

B. *Plagiostomi.* Quermäuler. Mundöffnung eine Querspalte an der Unterseite der Schnauze. Jederseits 5 Kiemenöffnungen.

I. Familiengruppe. *Squali.* Haie.

Kiemenöffnungen an den Seiten des Halses. Brustflossen vom Kopf geschieden. Die Augen haben Lider mit freien Rändern.

Squatina. Spinax. Mustelus. Galeus. Scyllium. Sphyrna, Hammerfisch.

Unter den fossilen Haien sind die merkwürdigsten die *Cestraciontes* (auch lebend) und *Hybodontes.*

II. Familiengruppe. *Rajidae.* Rochen.

Der Kopf und die seit- und vorwärts ausgebreiteten Flossen bilden eine Scheibe, an deren Unterseite die Kiemenlöcher.

Trygon. Raja. Torpedo. Pristis.

2. Ordnung. *Ganoidei.* Glanzschupper. Besitzen einen *conus arteriosus.* Freie Kiemen mit Kiemendeckel. Darm mit Spiralklappe. Die Sehnerven gehen nicht kreuzweise über einander (bilden kein Chiasma). Schuppen meist rhombisch, mit starker Schmelzschicht. Die Eier werden durch Tuben aus der Bauchhöhle geführt.

A. *Chondrostei.* Skelet zum Theil knorpelig.

I. Familiengruppe. *Accipenserini.* Störe.

Körper mit Knochenschildern bedeckt.

Accipenser, Stör. Mund quer unterhalb der mehr oder weniger verlängerten Schnauze, zahnlos. *A. sturio; huso; ruthenus.*

Nackt ist die, eine eigene Familie bildende *Spatularia*, Spatelfisch.

B. *Holostei.* Skelet knöchern. Nur wenige lebende Gattungen mit rhombischen, mit der ganzen Unterfläche angehefteten Schuppen. Die meisten Familien fossil von den devonischen Schichten *(Cephalaspides)* bis in die Kreide *(Pycnodontes).*

Lepidosteus. Polypterus. Amia.

3. Ordnung. *Dipnoi.* Doppelathmer. Lurchfische. Beschuppte Fische mit Kiemen und Lungen (Schwimmblase). Nasenlöcher öffnen sich in die Mundhöhle. Skelet knorpelig, mit bleibender Chorda. Arterienstiel mit Quer- oder Längsklappen. Spiralklappe des Darmes.

1. Unterordnung. *Ceratodontini.*

Conus arteriosus mit quergestellten Klappen. Schwimmblase unvollständig getheilt. Die Tuben öffnen sich in die Bauchhöhle. *Ceratodus.* Australien. Fossil in Trias und Jura.

2. Unterordnung. *Protopterini.*

Conus arteriosus mit zwei Längsfalten. Schwimmblase paarig. Ausführungsgänge der Eierstöcke unmittelbare Fortsetzungen der Ovarialsäcke.

Protopterus, Afrika. *Lepidosiren*, Brasilien.

4. Ordnung. *Teleostei.* Knochenfische. Kiemen aussen frei, kammförmig (mit Ausnahme der Lophobranchier) mit Kiemendeckel. Arterienstiel ohne Muskelbeleg, mit 2 Klappen. Skelet knöchern. Die Sehnerven bilden ein Chiasma.

1. Unterordnung. *Lophobranchii.* Büschelkiemer.

Schnauze röhrenförmig verlängert. Kiemen büschelförmig; Kiemendeckel gross, aber bis auf eine kleine, zum Abfluss des Wassers

dienende Oeffnung von der Haut überzogen. Körper kantig und beschient.

Syngnathus, Meernadel. *Hippocampus*, Seepferdchen.

2. Unterordnung. *Pectognathi.* Haftkiefer.

Diese auch durch ihre bestachelte oder panzerartige Hautbedeckung abweichenden Fische zeichnen sich durch die enge Verwachsung der Oberkiefer mit den Zwischenkiefern aus. Kiemenspalt eng.

Ostracion, Kofferfisch. *Diodon.* *Orthagoriscus*, Mondfisch.

3. Unterordnung. *Physostomi.*

Weichflosser, deren Bauchflossen, wenn vorhanden, abdominal sind (am Bauche stehen), und deren Schwimmblase einen in den Schlund einmündenden Luftgang besitzt.

I. Familiengruppe. *Physostomi apodes.*

Keine Bauchflossen. *Gymnotus*, Zitteraal. *Amphipnous.* *Muraena*, Aal. Geht im Herbst zum Laichen ins Meer. Im Frühjahr die Aalbrut in die Flüsse.

II. Familiengruppe. *Physostomi abdominales.*

Mit Bauchflossen. Dahin die Familien *Clupeidae.* *Esoces.* *Salmones.* *Cyprinoidei.* *Siluroidei.* (Häringe. Hechte. Lachse. Karpfen. Welse.)

4. Unterordnung. *Pharyngognathi.*

Theils Weichflosser, theils Stachelflosser, deren untere Schlundknochen mit einander verwachsen sind. Bauchflossen entweder am Bauch oder an der Brust. Schwimmblase ohne Luftgang.

Belone, Hornhecht. *Exocoetus*, Fliegender Fisch. *Scarus.* *Labrus.* *Julis.*

5. Unterordnung. *Anacanthini.*

Weichflosser, deren Schwimmblase, wenn vorhanden, ohne Luftgang ist; deren Bauchflossen, wenn vorhanden, unter oder vor den Bauchflossen stehen, und deren Schlundknochen getrennt sind.

I. Familie. *Gadoidei.* Schellfische.

Die spitzen Bauchflossen stehen an der Kehle. Meist 2 bis 3 Rückenflossen und 1 bis 2 Afterflossen. Körper gestreckt. Gefrässige, stark bezahnte Raubfische.

Gadus (*G. callarias* = *G. morrhua*, Dorsch, Cabeljau). *Lota*, Quappe.

II. Familie. *Pleuronectides.* Seitenschwimmer. Schollen.

Die einzigen unsymmetrischen Wirbelthiere, indem die Augen auf derselben Körperseite stehen. Letztere ist allein gefärbt und nach

oben gekehrt. Bei den jungen Thieren ist die Stellung der Augen normal [1]). Körper auffallend hoch und zusammengedrückt.

Platessa. Hippoglossus. Solea.

6. Unterordnung. *Acanthopteri.* Stachelflosser.

Stachelflosser mit getrennten unteren Schlundknochen. Die Bauchflossen meist bei den Brustflossen. Schwimmblase, wenn vorhanden, ohne Luftgang. (Die meisten *Acanthopterygii* Cuvier's.)

Unter den zahlreichen, gegen 30, Familien dürften als besonders wichtige hervorzuheben sein: *Pediculati (Lophius, Malthaea), Gobioidei, Scomberoidei (Brama, Zeus, Thynnus, Scomber), Mugiloidei, Labyrinthici, Cataphracti (Sebastes, Cottus, Dactylopterus, Trigla), Percoidei (Lucioperca, Perca, Serranus).*

IV. Amphibia. Lurche.

Haut nackt. Am Hinterhaupt 2 Gelenkhöcker. Die Rippen sind kurz oder fehlen ganz. Ein äusserer Gehörgang fehlt; das Ohr ist immer ohne Schnecke. Das Herz besteht aus 2 Vorkammern und 1 Kammer. Sie machen eine Verwandlung durch und alle athmen wenigstens während des Larvenzustandes durch Kiemen, während einige zeitlebens neben den sich später entwickelnden Lungen die Kiemen behalten.

1. **Ordnung.** *Caudata.* Geschwänzte. Körper verlängert, mit langem Schwanze und 4, seltener 2 Gliedmassen. Bei der Verwandlung treten die Vorderfüsse zuerst hervor.
   a) Mit bleibenden Kiemen (*Perennibranchiata*): *Proteus.*
   b) Mit einem bleibenden Kiemenloche (*Derotreta*) *Amphiuma.*
   c) Mit schwindenden Kiemen: *Triton.* Wassermolch. *Salamandra.* Erdmolch. Hierher noch die amerikanische Gattung *Amblystoma.* Als eine Larve einer der Arten derselben hat sich der Axolotl (*Siredon pisciformis*) erwiesen.

2. **Ordnung.** *Apoda.* Fusslose. Körper wurmförmig verlängert, ohne Füsse und Schwanz. Afteröffnung fast am Ende. Körperbedeckung geringelt. Wirbel denen der Fische ähnlich. In der Jugend Kiemenlöcher am Halse.

Coecilia, Blindwühl. *Siphonops* [2]).

---

1) Das Auge der späteren blinden Seite scheint in den meisten Fällen oberflächlich zu wandern, unter Resorption, resp. Neubildung des umgränzenden Gewebes, wozu eine Drehung des Stirnbeines kommt. In einem Falle beobachtete Agassiz Wanderung des Auges unter dem Gewebe, Verschluss der alten, Bildung einer neuen Augenöffnung. Die Behauptung Steenstrups, dass das Auge unter dem Stirnbein auf die andere Seite passire, ist nicht bestätigt.

2) Aus dem Verhalten gewisser Muskeln u. A. schliesst Wiedersheim (Anat. d. Gymnophionen, 1879), dass die Blindwühle von Urodelen abstammen; wahrscheinlich ein Ueberrest der Microsaurier (Kohle).

3. **Ordnung.** *Ecaudata.* Schwanzlose. Frösche. Körper kurz, schwanzlos. Zwei Paar Gliedmassen. Die geschwänzten, fusslosen Larven haben einen Hornschnabel. Bei der Verwandlung erscheinen zuerst die Hinterbeine.

Ranae, Frösche. *Pelobates. Alytes. Rana. Bombinator. Hylae*, Laubfrösche. (Der lebendig gebährende *Hylodes martinicensis.*) *Bufones*, Kröten.

Ganz der Vorzeit angehörige amphibienartige Thiere sind die *Gonocephala*, Schmelzköpfe, mit *Archegosaurus*, und die Labyrinthodonten, Wickelzähner, mit *Mastodonsaurus* u. a.

Die folgenden Klassen (*Amniota*) zeichnen sich vor den vorhergehenden (*Anamnia*) durch eine embryonale Hülle, das Amnion oder die Schafhaut aus, welche unmittelbar aus der Keimanlage hervorgeht. Ein zweites Embryonalorgan, die Allantois, fehlt bei den Anamnioten nicht ganz, erreicht hier aber eine besondere Entwicklung und vermittelt die embryonale Athmung und Ernährung. Nie athmen die Amnioten durch Kiemen.

V. Reptilia. Reptilien.

Sie sind eng mit den Vögeln verwandt und besitzen mit ihnen, im Gegensatz zu den Säugern, einen einfachen oder dreilappigen Hinterhaupthöcker, einen aus zahlreichen Stücken (bis 12) zusammengesetzten Unterkiefer, welcher durch das sogenannte Quadratbein mit dem Schädel articulirt, ferner kernhaltige Blutkörperchen. Sie haben keine Milchdrüsen. Die Dotterfurchung ist eine partielle. Die Schuppenbildung der Reptilien einerseits (obgleich auch die Feder nach ihrer Anlage mit der Schuppe übereinstimmt), die Flügelbildung der Vögel andererseits sind hinlänglich anerkannt gröbere Unterscheidungszeichen der beiden Klassen, welche von Huxley als *Sauropsidae*, von Haeckel als *Monocondylia* zusammengefasst werden.

1. **Ordnung.** *Sauria.* Eidechsen. Körper beschuppt oder beschildert, meist mit Füssen zum Gehen oder Klettern. Augenlider beweglich. Nasenlöcher getrennt. Trommelfell sichtbar. Quadratbein beweglich. Herzkammer unvollständig getrennt.

1. Unterordnung. *Annulata.* Ringelechsen.

Statt echter Schuppenbildung blos eine Ringelung und Felderung der Haut. Körper wurmförmig, mit kurzen Füssen oder fusslos.

Amphisbaena.

2. Unterordnung. *Squamata.* Schuppenechsen.

Körper mit Schuppen, seltener mit Schildern oder Knochenplatten. Unter den zahlreichen Familien die:

Scincoidea. Lacertina. Ascalabotae. Camaeleontes.

2. **Ordnung.** *Serpentes.* Schlangen. Stehen in engster Verbindung mit den Eidechsen, aus denen sie unter Verkümmerung

und Schwund der Beine und damit zusammenhängenden andern Aenderungen hervorgegangen sind. Keine Augenlider. Quadratbein beweglich. Unterkieferhälfte nur durch dehnbare Bandmasse verbunden.

I. Familiengruppe. *Opoterodonta.*

Nur in einem Kiefer, oben oder unten, Zähne. Kleine wurmförmige giftlose Schlangen, von Ameisen und Termiten lebend.

Typhlops. Stenostoma.

II. Familiengruppe. *Aglyphodonta.*

In beiden Kiefern nur derbe furchenlose Zähne. Giftlos.

Python. Boa. Tropidonotus. (*T. natrix*, Ringelnatter.) *Coronella.* (*C. laevis*, glatte Natter.)

III. Familiengruppe. *Opistoglypha.*

Hinter den glatten und furchenlosen Zähnen des Oberkiefers stehen ein oder mehrere, an der Vorderseite mit einer Furche versehene Zähne, an deren Wurzel der Ausführungsgang der in der Schläfengegend gelegenen Giftdrüse mündet.

Dryophis.

IV. Familiengruppe. *Proteroglypha.*

Der Oberkiefer trägt vorn gefurchte Giftzähne, dahinter derbe Zähne.

Naja. Hydrophis.

V. Familiengruppe. *Solenoglypha.*

Vipera. (*V. ammodytes*, Sandviper.) *Pelias* (*P. berus*, Kreuzotter.) *Crotalus*, Klapperschlange.

3. **Ordnung.** *Cheloniae.* Schildkröten. Körper geschützt durch eine aus Rücken- und Bauchschild bestehende Kapsel, deren knöcherne Theile meist dem Hautskelet angehören, jedoch auch mit Theilen der Wirbelsäule unmittelbar verschmelzen. Kiefer mit Hornscheiden.

Chelonia, Seeschildkröte. Trionyx, Flussschildkröte. *Emys*, Sumpfschildkröte. *Testudo*, Landschildkröte.

4. **Ordnung.** *Loricata. Crocodilina.* Crocodile. Kopf von einer ununterbrochenen dicken, den Schädelknochen unmittelbar aufliegenden Haut bedeckt. In den übrigen Hautbedeckungen Knochenschilder. Trommelfell unter einer häutigen beweglichen Klappe. Zunge angewachsen. Zähne in eigenen Alveolen. Herzkammern vollständig getrennt.

Alligator. Crocodilus. Rhamphostoma.

Zu diesen, die heutige Erde bevölkernden und zum Theil (Saurier) schon aus sehr frühen Perioden stammenden Reptilien kommen noch mehrere höchst wichtige ganz ausgestorbene Gruppen, welche die ungemeine Biegsamkeit des einst weit mächtigeren und enger mit den Amphibien, zum Theil auch noch mit den Fischen verbundenen Reptilientypus zeigen und auch das Hervorgehen der Vögel aus demselben in einigen Gattungen erläutern helfen. Wir führen einige Gruppenrepräsentanten an: *Ichthyosaurus. Plesiosaurus. Dicynodon. Pterodactylus. Iguanodon. Compsognathus.*

Eine sehr merkwürdige Ordnung sind die in Südafrika in triassischen Lagern gefundenen *Theriodontia* Owen *(Lycosaurus, Cynodracon)* mit raubthierähnlichem Gebiss.

VI. Aves. Vögel.

Federn. Flügel. Oberer Fusswurzeltheil mit dem Unterschenkel, unterer mit dem Mittelfuss verschmolzen. Zwischen Unterkiefer und Schädel das bewegliche Quadratbein. Alle Eigenthümlichkeiten der Vögel ergeben sich aus specieller Weiterentwicklung des Organismus des Reptils.

1. Unterklasse. *Odontornithes.* Zahnvögel [1]).

Vögel mit Zähnen im Ober- und Unterkiefer.

1. **Ordnung.** *Ichthyornithes.* Fisch-Vögel. Zähne in getrennten Gruben. Wirbel biconcav. Brustbein mit Kiel. Flügel wohl entwickelt. *Ichthyornis*, einige Arten von Taubengrösse.

2. **Ordnung.** *Odontolcae.* Zähne in gemeinschaftlicher langer Grube. Wirbel wie bei den heutigen Vögeln. Brustbein ohne Kiel. Flügel rudimentär.

Hesperornis. (H. regalis. Von der Schnabelspitze bis ans Ende der Zehen 5 bis 6 Fuss lang.)

Von beiden Ordnungen von Schwimmvögeln bis jetzt über 20 Arten aus der oberen Kreide von Cansas.

3. **Ordnung.** *Saururae.* Eidechsenvögel. Wirbelsäule in einen längeren freien Schwanz ausgehend, besetzt mit zwei Reihen von Steuerfedern. Mittelhandknochen getrennt. *Archaeopteryx* aus dem Oolith von Solenhofen.

2. Unterklasse. *Aves s. str.* Vögel der Jetztwelt.

4. **Ordnung.** *Urinatores.* Kurzflügler. Schnabel comprimirt, hart und spitz. Flügel kurz, zuweilen statt der Federn mit Schüppchen bedeckt und hängend. Beine sehr weit nach hinten gerückt. Lauf kurz, kräftig, mit körniger Haut oder theilweise getäfelt.

---

1) Marsh, Odontornithes. A Monograph of the extinct toothed birds of North America. 1880.

Vorderzehen mit Schwimmhäuten; Innnenzehe nach hinten gerichtet, fehlt zuweilen.

Aptenodytes, Pinguin. *Uria*, Lumme. *Mormon*, Papageitaucher. *Alca*, Alk. *Podiceps*, Steissfuss. *Colymbus*, Taucher.

5. **Ordnung.** *Longipennes.* Langflügler. Schnabel seitlich zusammengedrückt und mit mehr oder weniger zackiger Kuppe. Nasenlöcher spaltförmig oder in Röhren verlängert. Flügel lang, spitz. Schienen bis zum Fersengelenk befiedert. Lauf ziemlich hoch, mit körniger Haut oder mit Schildern, selten mit langen Schienen (gestiefelt). Vorderzehen durch Schwimmhäute verbunden. Innenzehe nach hinten gerichtet, klein, oder fehlend.

Sterna, Seeschwalbe. *Larus*, Möve. *Procellaria*, Sturmvogel. *Diomedea*, Albatross.

6. **Ordnung.** *Steganopodes.* Ruderfüsser. Oberschnabel mit einer Furche jederseits, worin das kleine Nasenloch liegt. Flügel mässig, mit langen spitzen Schwingen. Schienen bis zum Fersengelenk befiedert. Lauf körnig. Innenzehe nicht nach hinten gerichtet, mit den übrigen durch vollständige Schwimmhaut verbunden.

Phaeton, Tropikvogel. *Phalacrocorax*, Cormoran. *Sula*, Tölpel. *Pelecanus*, Pelican.

7. **Ordnung.** *Anatides.* Entenartige Vögel. Schnabel weichhäutig, nur an der Spitze hart, Ränder gesägt oder gezähnelt. Zunge fleischig, meist am Rande gezähnt. Flügel mässig lang. Schienen bis zum nackt bleibenden Fersengelenk befiedert. Lauf meist kurz mit körniger Haat, Vorderzehen durch ganze Schwimmhäute verbunden. Innenzehe nach hinten gerichtet.

Anas, Ente. *Mergus*, Sägetaucher. *Anser*, Gans. *Cygnus*, Schwan. *Phoenicopterus*, Flamingo.

8. **Ordnung.** *Ciconiae.* Storchartige Vögel. Schnabel an der Basis meist so hoch und breit, und länger als der Kopf, bis an die Basis hornig, ohne Wachshaut. Augengegend, Zügel, zuweilen der ganze Kopf nackt oder mit eigenthümlichen Federn. Hals und Beine in der Regel sehr verlängert. Der untere Theil der Schienen und der Lauf vorn und hinten genetzt oder vorn quer getäfelt. Hinterzehe auftretend, lang, Vorderzehen mit breiter Bindehaut.

Ciconia, Storch. *Ardea*, Reiher. *Ibis*, Ibis. *Platalea*, Löffelreiher.

9. **Ordnung.** *Grallae.* Wadvögel. Schnabel schlank, vom Kopfe deutlich abgesetzt oder dick und kürzer als der Kopf, am Grunde von weicher Haut, nur an der Spitze mit einer Hornkuppe bedeckt. Zügel meist dicht befiedert, selten nackt oder abweichend

befiedert. Hals meist im Verhältniss zu den Beinen verlängert. Schienen fast immer im unteren Theil nackt. Lauf verlängert, vorn und hinten mit Querschildern, oder vorn quer, hinten sechseckig getäfelt, selten hinten oder vorn und hinten genetzt.

Grus, Kranich. *Gallinula*, Rohrhuhn. *Fulica*, Wasserhuhn. *Crex*, Schnarre. *Otis*, Trappe. *Vanellus*, Kiebitz. *Charadrius*, Regenpfeifer. *Machetes*, Kampfhahn. *Scolopax*, Schnepfe.

10. **Ordnung.** *Brevipennes.* Straussenartige Vögel: Schnabel meist platt, Oberschnabel vorragend, mit seitlicher Furche, in welcher weit nach vorn die Nasenlöcher liegen. Hals lang. Flügel rudimentär. Schwingen weich, zum Flug untauglich. Schienen im obern Theil dick, nur hier befiedert. Lauf verlängert, vorn mit Halbringen, hinten mit kleinen Schildern, seitlich mit Körnern. Zehen verhältnissmässig kurz, zwei bis vier, Nägel breit, platt.

Struthio, Strauss. *Rhea*, Nandu, amerikan. Strauss. *Dromaeus*, neuholländischer Casuar. *Casuarius*, indischer Casuar. *Dinornis*. *Palapteryx*. *Aepyornis*. *Apteryx*, Kiwi.

11. **Ordnung.** *Rasores.* Hühner. Schnabel selten länger als der halbe Kopf, an der Spitze mit einem kuppenförmig abgesetzten Nagel, Ränder übergreifend; Basis mit einer harten Nasenklappe und kleiner weicher Wachshaut. Flügel kurz. Schienen in der Regel ganz befiedert. Lauf vorn mit kurzen Halbringen, hinten mit sechseckigen Tafeln, zuweilen befiedert. Nägel platt, stumpf.

Meleagris, Truthahn (Am.). *Numida*, Perlhuhn (As.). *Pavo*, Pfau (As.) *Gallus*, Huhn (As.). *Phasianus*, Fasan (As.). *Coturnix*, Wachtel. *Perdix*, Rebhuhn. *Tetrao*. Waldhuhn. *Syrraptes*, Steppenhuhn.

12. **Ordnung.** *Columbae.* Tauben. Schnabel gerade, comprimirt, nur an der gewölbten Kuppe mit einer hornigen Scheide. Schnabelränder nicht übergreifend. Die Basis mit einer weichen Haut bedeckt, in welcher unter einer Klappe die Nasenlöcher liegen. Zunge weich. Schienen und zuweilen der obere Theil des Laufs befiedert. Lauf vorn meist mit kurzen Quertafeln. Nägel stumpf, comprimirt.

Palumbus, Ringeltaube. *Columba*, Taube. *Turtur*, Turteltaube. *Didunculus*. *Didus*, Dronte.

13. **Ordnung.** *Raptatores.* Raubvögel. Schnabel mehr oder weniger gekrümmt, mit hakig übergreifendem Oberschnabel, an seiner Basis mit einer, die Nasenlöcher enthaltenden Wachshaut. Schienen bis zur Ferse befiedert. Lauf zuweilen theilweise befiedert, mit Tafeln oder Schildern hedeckt. Innenzehe nach hinten gerichtet, in gleicher Höhe mit den übrigen Zehen, am Grunde

fast immer mit kurzer Bindehaut (geheftet). Krallen kräftig, spitz, gekrümmt.

Vultur, Geier. *Falco*, Falk. *Gypogeranus*, Secretär. *Strix*, Eule. *Bubo*, Uhu.

14. **Ordnung.** *Passerinae.* Sperlingsvögel. Schnabel verschieden gestaltet, ohne Wachshaut. Schienbein bis zur Ferse befiedert. Lauf vorn stets mit grösseren (meist 7) Tafeln, die zuweilen mit denen der Laufseiten zu einem „Stiefel" verwachsen, seltener an der Seite mit Körnern. Füsse gracil; Innenzehe nach hinten gerichtet, stärker und länger als die zweite Zehe. Die beiden äusseren Zehen im ganzen ersten Gliede mit einander verbunden (Schreitfüsse). An der Theilungsstelle der Luftröhre ein Singmuskelapparat.

1. Unterordnung. *Oscines.* Singvögel.

Unterer Kehlkopf vollständig unter Theilnahme der Luftröhre und Bronchien gebildet, meist mit fünf Paar auf vorn und hinten vertheilten Muskeln.

Familie: *Corvidae*, Raben. *Sturnidae*, Staare. *Paridae*, Meisen. *Certhiidae*, Baumläufer. *Troglodytidae*, Zaunschlüpfer. *Lamiidae*, Würger. *Oriolidae*, Pirole. *Muscicapidae*, Fliegenschnäpper. *Hirundinidae*, Schwalben. *Turdidae*, drosselartige Vögel. *Sylviidae*, Grasemücken. *Alaudidae*, Lerchen. *Motacillidae*, Bachstelzen. *Fringillidae*, Finken.

2. Unterordnung. *Clamatores.* Schreivögel.

Unterer Kehlkopf entweder nur von der Luftröhre gebildet, oder einfach nur mit seitlichen Muskeln.

Aussereuropäische, meist amerikanische Vögel. Darunter die *Menurides*, *Dendrocolaptidae*.

15. **Ordnung.** *Cypselomorphae.* Mauerschwalben-ähnliche Vögel. Schnabel entweder flach, über doppelt so breit als lang, mit weitem Spalt, oder dünn, röhrenförmig verlängert. Vorderarm und Hand viel länger als der Oberarm (*Macrochires*). Schienen und oberer Theil des Laufs befiedert. Schilder des Laufs undeutlich oder ganz fehlend. Füsse schwach, kaum zum Gehen tauglich.

Trochilus, Kolibri. *Cypselus*, Mauerschwalbe. *Caprimulgus*, Ziegenmelker.

16. **Ordnung.** *Pici.* Spechte. Schnabel gerade, conisch verlängert, ohne Wachshaut. Zunge dünn, vorstreckbar. Schienen bis zur Ferse befiedert. Lauf vorn mit einer Reihe querer Schilder. Mittelzehen am Grunde verbunden. Die nach hinten gerichtete Innenzehe klein, die äussere Zehe nach hinten gewandt.

Picus, Specht. *Iynx*, Wendehals.

17. **Ordnung.** *Coccygomorphae.* Kukukartige Vögel. Schnabel verlängert, verschieden gestaltet, zuweilen beweglich mit dem

Schädel verbunden. Schienen meist bis zur Ferse befiedert. Lauf genetzt und getäfelt. Mittelzehen am Grunde geheftet oder frei; die äussere eine Wendezehe oder stets nach vorn oder hinten gewandt, oder die zweite mit der innern nach hinten gewandt, oder die innere eine Wendezehe.

Coracias, Blauracke. *Upupa*, Wiedehopf. *Alcedo*, Eisvogel. *Buceros*, Nashornvogel. *Cuculus*, Kukuk. *Ramphastus*, Pfefferfreser.

18. **Ordnung.** *Psittaci.* Papageien. Oberschnabel stark gekrümmt, kürzer als hoch, an der Basis mit einer Wachshaut, in einem queren Einschnitt beweglich mit dem Schädel verbunden. Zunge dick, fleischig. Schienen bis zur Ferse befiedert. Lauf mit netzförmig verbundenen Täfelchen. Mittelzehen an der Basis geheftet; die äussere und die innere nach hinten gewandt.

VII. Mammalia. Säuger [1]).

Haut meist mit Haaren bedeckt. Hinterhaupt mit doppeltem Gelenkhöcker. Kiefer fast immer mit Zähnen [2]). Der Unterkiefer articulirt direct am Schläfenbein. Herzvorkammern und Kammern vollständig getrennt. Zwerchfell vollständig. Milchdrüsen.

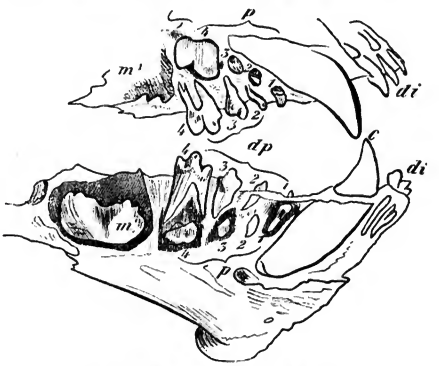


Fig. 82. Milchgebiss des Bären.

1) Ueber fossile Säuger das vortreffliche Werk von Gaudry, Les enchainements du Monde animal. Mammifères. 1877. Dazu Rütimeyer, W. Kowalewsky u. A.

2) Die Zähne werden nach Stellung und Form unterschieden als Schneidezähne i, Eckzähne c, Praemolaren (vordere Backzähne) p und Molaren m. Dem definitiven Gebiss geht oft ein Milchgebiss voran, dessen Zähne man mit d — dentes decidui — bezeichnet, z. B. di¹, innerer, erster Milch-Schneidezahn. Die Praemolaren sind die Ersatzzähne für die Backzähne des Milchgebisses, während die Molaren nach und nach ohne Wechsel hinzutreten. Die vielfach übliche, von Cuvier

A. *Ornithodelphia.*

Der Ausführungsgang des Harn- und Geschlechtsapparates (Urogenitalkanal) vereinigt sich mit dem Enddarm zu einer Kloake.

1. **Ordnung.** *Monotremata.* Kloakenthiere. Nur Hornzähne oder ganz zahnlos. Milchdrüsen ohne Zitzen. Nur zwei Arten dieser ältesten bekannten Säuger sind übrig: *Ornithorhynchus paradoxus*, Schnabelthiere (Neu-Süd-Wales. Van Diemensland) und *Echidna hystrix*, Ameisenigel (Van Diemensland). Fossile Verbindungsglieder zwischen ihnen und niederen Wirbelthieren fehlen noch gänzlich.

B. *Didelphia.*

Wie bei den vorigen besteht auch bei ihnen keine innige Verbindung zwischen Frucht und Mutter (*Aplacentalia*). Vagina meist in 2 Gänge gespalten. Die Zitzen liegen in einem von 2 Knochen gestützten Beutel oder unter Hautfalten; an ihnen sich festsaugend werden die unreif die Gebärmutter verlassenden Jungen ausgetragen.

2. **Ordnung.** *Marsupialia.* Beutelthiere. Diagnose unter B. Eine wahrscheinlich aus monotremenartigen Säugern hervorgegangene Abtheilung. Von ihnen sind heute noch mannigfaltige Bruchstücke vorhanden, geographisch fast ausschliesslich auf Australien isolirt, welche durch verschiedenartige Anpassungen einen merkwürdigen Parallelismus mit den übrigen Ordnungen zeigen, ohne dass an durchgehende speciellere Verwandtschaft gedacht werden kann. In Europa sind die Beutler nach dem unteren Miocen verschwunden.

1. Unterordnung. *Rapacia.* Fleischfressende Beutler.

Schneide-, Eck- und Backzähne in beiden Kinnladen.

Thylacinus. Dasyurus, Beutelmarder. *Perameles*, Beuteldachs. *Didelphys*, Beutelratte. In diese Abtheilung eine Reihe fossiler Gattungen, darunter *Thylacoleo* (Australien) von Löwengrösse. Uebergangsformen zu den *Carnivora placentalia* sind nach dem Gebiss die fossilen *Hyaenodon* und *Pterodon*, nach der Art des Zahnwechsels vielleicht wirkliche *Placentalen.*

2. Unterordnung. *Carpophaga.* Früchtefressende Beutler.

Oben grosse Schneidezähne, unten je ein meisselförmiger. Oben immer Eckzähne. An den Hinterfüssen Daumen.

Phalangista, Kusu. *Petaurus*, Flugbeutler. *Phascolarctos*, Koala.

---

eingeführte Bezeichnung der Backzähne als Lückenzähne, Reisszahn, wahre Backzähne stimmt nicht mit den obigen, auf dem Zahnwechsel beruhenden und daher natürlicheren Benennungen von Owen überein.

Ueber das Verhältniss der Zahnsubstanzen, Dentin, Schmelz, Cement, unten.

3. Unterordnung. *Poephaga.* Grasfressende Beutler. Kängurus.

Untere Schneidezähne (2) meisselförmig, horizontal. Hinterbeine meist auffallend stärker entwickelt als die vorderen.

Hypsiprymnus. Macropus. Fossil *Diprotodon.*

4. Unterordnung. *Rhizophaga.* Wurzelfressende Beutler.

Oben und unten jederseits ein meisselförmiger Schneidezahn. Keine Eckzähne.

Phascolomys, Wombat.

C. *Monodelphia.*

Die folgenden Ordnungen, welche die Hauptmasse des gegenwärtigen Bestandes der Säuger ausmachen, treten geologisch nach den Beutlern auf und zeichnen sich durch eine innige Verbindung zwischen Frucht und Mutter mittelst der Placenta aus (*Placentalia*). Je nachdem bei der Geburt die Schleimhaut des Fruchthalters nicht abgestossen oder zugleich mit den Eihüllen abgestossen wird, zerfallen die Ordnungen in 2 Gruppen, *Adeciduata* und *Deciduata.*

I. *Adeciduata.*

3. Ordnung. *Edentata.* Zahnarme. Zähne unvollkommen, ohne Wurzel und Schmelz. Vorderzähne fehlen ganz, mit Ausnahme von *Dasypus sexcinctus.* Ihre Blüthe fällt in die Diluvialzeit Amerika's, während welcher sie sich zu colossalen Formen entwickelt hatten, jedoch erscheint die genealogische Zusammengehörigkeit aller Gattungen, welche man zu den Zahnarmen zählt, zweifelhaft.

Familien: *Bradipoda.* Faulthiere. Kopf affenähnlich. Vordergliedmaassen länger. Grobes Haar. *Bradypus. Choloepus. Gravigrada*, Riesenfaulthiere. *Megatherium. Mylodon. Cingulata*, Gürtelthiere. *Dasypus. Chlamydophorus.* Das fossile *Glyptodon. Vermilinguia*, Wurmzüngler. *Orycteropus*, afrikanischer Ameisenbär. *Myrmecophaga*, Ameisenfresser (Am.). *Manis*, Schuppenthier (As., Afr.). Die beiden letzteren zahnlos.

4. Ordnung. *Ungulata.* Hufthiere. Eine in der Gegenwart durch einige grössere Reihen und viele isolirte kleinere Gruppen vertretene Abtheilung, welche durch zahlreiche fossile Formen ihre Ergänzung findet. Die meisten sind Pflanzenfresser mit schmelzfaltigen Backzähnen, einige Omnivoren. Vier (ausnahmsweise fünf) bis eine Zehe, mit Hufen.

1. Unterordnung. *Perissodactyla.* Unpaarzehige Hufthiere.

Oben und unten Schneidezähne, 5, 3 oder 1 Zehe, die Tapire vorn 4. Magen einfach. Sie umfassen, nach Ausscheidung der Schweine, Klippschiefer und Elephanten die Dickhäuter der älteren Systeme mit Hinzunahme der Pferde.

Eine der wichtigsten fossilen Gattungen ist *Palaeotherium*, mit dreizehigen Füssen und tapirähnlichem Schädel.

Tapirus. *Rhinoceros*. Zwischenform zu *Tapirus* ist *Lophiodon*. Zu *Rhinoceros* führen *Paloplotherium* und *Aceratherium*.

Equus, Pferd. Zähne: i $\frac{6}{6}$, c $\frac{1}{1}$, m $\frac{6}{6}$. Die Pferde als Einhufer erscheinen heute ganz isolirt. Sie werden aber durch die fossilen vier- und dreizehigen Pferde mit den andern Formen verbunden. *Hipparion* mit einer Haupt- und zwei Afterzehen. *Anchitherium*, Füsse entschiedener dreizehig. *Archippus*, vierzehig. *Orohippus*. (Amerikanische und europäisch-asiatische Reihe.)

2. Unterordnung. *Artiodactyla*. Paarzehige Hufthiere.

Die Schneidezähne der oberen Kinnlade und die Eckzähne fehlen oft. Sie treten meist mit 2 Zehen auf, während die innere und äussere gewöhnlich Afterzehen sind. Magen meist zusammengesetzt. In unbekannten Urformen der Kreideperiode wurzelnd sind sie schon im Eocen in die beiden Gruppen der Höckerzähner und Sichelzähner getrennt. Dazu zahlreiche genealogisch unsichere Zwischenformen. Noch heute gehn sie in die Schweineartigen, sammt dem Flusspferde, und in die reichst entfalteten Wiederkäuer auseinander.

Anoplotherium. Ununterbrochene Zahnreihe ohne hervorstehende Eckzähne. *Oreodon* (Nebrasca), Verbindungsglied zu den Wiederkäuern.

Familien: *Suina*, Schweine. Die europäischen Kulturrassen stammen theils von dem gemeinen Wildschwein, *Sus scrofa*, theils von dem (nur im zahmen Zustande bekannten) indischen oder chinesischen Schweine, *Sus indicus*, und von deren Kreuzungen [1]). *Dicotyles*, Nabelschwein. Die fossilen *Choerotherium*, *Palaeochorus*, *Entelodon*.

Archaeotherium (Nebr.) Charactere der Schweine mit denen der Wiederkäuer und Fleischfresser. Isolirt das colossale *Brontotherium* (Mioc.)

Obesa, mit der einzigen Gattung *Hippopotamus*, Flusspferd. Alle folgenden Familien bilden zusammen die Wiederkäuer.

Tragulidae. *Moschidae*. *Devexae*. Giraffen. *Sivatherium*. *Helladotherium*. *Camelopardalis*. *Cervina*. Hirsche. *Cavicornia*, Hohlhörner, mit den Unterfamilien der *Antilopina*, Antilopen. *Tragoceros*. *T. amaltheus*. Ziegenhörner; Zähne und andere Charactere der Antilopen. *Ovina*, Schafe. *Bovina*, Rinder. *Ovibos*, *O. moschatus*, Moschusochse. *Bubalus*. *B. buffelus*, Büffel. *Bison*. *B. europaeus*, Wisent. Auer. *Bos*. *B. primigenius*, Ur [2]). Von ihm die Kulturraçen von *primigenius*, *trochocerus*, *frontosus*. Bilden

1) Nathusius, Vorstudien für Geschichte und Zucht der Hausthiere. 1864.
2) Rütimeyer, Versuch einer natürlichen Geschichte des Rindes. Denkschriften der Schweiz. naturh. Gesch. 22. 23. (auch separat).

zusammen das Hausrind, *B. taurus*. Von ihm ist der *Yak*, *B. grunnicus*, specifisch verschieden (Kühn).

Die Familie der *Tylopoda* oder *Camelidae*, Kameele (mit *Camelus* und *Auchenia*, Lama) weicht in Schädelform und Gebiss — i $\frac{1}{3}$, c $\frac{1}{1}$, m $\frac{6}{5}$ — sehr von den übrigen Wiederkäuern ab und nähert sich darin am meisten den Pferden.

5. Ordnung. *Cetacea*. Cetaceen. Ohne hintere Extremitäten. Schwanz zu einer horinzontalen Flosse ausgebreitet. Schädel- und Zahnbildung der gewöhnlich als walartige Säuger zusammengefassten Formen ist so verschieden, die fossilen Ergänzungen so spärlich, dass an eine genealogische natürliche Zusammengehörigkeit der beiden Hauptabtheilungen, der Sirenen und Wale, nicht wohl zu denken ist.

1. Unterordnung. *Sirenia*. Pflanzenfressende Cetaceen.

Kopf klein. Die Nasenlöcher öffnen sich vorn an der Schnauze. Backzähne mit breiter Krone. Auf der Oberlippe und an den Mundwinkeln dicke Bartborsten. Zitzen an der Brust.

Rhytina. *Manatus*. *Halicore*. Fossile *Sirenen* mit rudimentären hinteren Extremitäten und Becken.

2. Unterordnung. *Cetacea* s. s. Wale.

Unbehaart. Nasenlöcher als Spritzlöcher nahe am Scheitel. Zitzen neben dem After.

a. Delphine. *Delphinus*. *Globiceps*. *Monodon*.
b. Schnabelwale. *Chaenocetus*.
c. Potwale. *Physeter*.
d. Bartenwale. *Balaena*, Glattwall. *Cyphobalaena*, Röhrenwal. Mit Längsfurchen am Bauche. *Pterobalaena*. Mit hoher Rückenflosse.

II. *Deciduata*.

6. Ordnung. *Proboscidea*. Rüsselträger. Nase zu einem langen Rüssel verlängert. Schneidezähne als conische Stosszähne. Backzähne entweder mit Querjochen und ununterbrochener Schmelzbedeckung oder „zusammengesetzt“ [1]).

Mastodon (in Amerika noch quaternär). *Elephas*. *Dinotherium*.

Die im Eocen von Wyoming, N. Am., entdeckten *Loxolophodon* und *Dinoceras* verbinden die Proboscideen mit den Perissodactylen. Sie besitzen drei Paar Hörner, weit vorstehende Eckzähne im Oberkiefer und 6 an die Tapire erinnernde Backzähne.

7. Ordnung. *Lamnungia*. Klippschliefer. Die eigenthüm-

1) Zwischen dem echten Mastodonzahn und dem sogenannten zusammengesetzten Backzahn des Elephanten kommen alle Uebergänge vor.

liche Zahnbildung der einzigen Gattung *Hyrax* erinnert theils an die Nager theils an die Rhinozeroten. Der Habitus ist Nagethierartig. Flache platte Hufe.

8. **Ordnung.** *Ferae* s. *Carnivora.* Fleischfresser. In beiden Kinnladen je 6 Schneide- und jederseits 1 Eckzahn. In jeder Backzahnreihe kann man nach Cuvier unterscheiden die Lückenzähne, den Reisszahn und die Mahlzähne, einfacher und richtiger die Praemolaren als Ersatz der Milchbackzähne, und Molaren. Sohlen- oder Zehengänger.

Familien[1]): *Ursina. Mustelina. Viverrina. Canina. Hyaenina. Felina*[2]).

9. **Ordnung.** *Pinnipedia.* Robben. Ein Seitenzweig der vorigen Ordnung mit Modificirung der Beine für das Wasserleben. Die Zähne verhältnissmässig schwächer, die Backzähne einförmiger als bei den Carnivoren (mit Ausnahme des Walrosses).

Phocina. Trichechina.

Die 6. bis 9. Ordnung haben eine gürtelförmige, alle folgenden eine scheibenförmige Placenta.

10. **Ordnung.** *Prosimii.* Halbaffen. Haben mit den eigentlichen Affen keine nähere Gemeinschaft als den Besitz von Daumen. Sie erscheinen im Gegentheil als die niedrigsten Discoplacentalen, aus deren älteren Vorgängern die folgenden Ordnungen hervorgegangen zu sein scheinen. Das Gebiss ähnelt theils dem der Insectenfresser, theils (*Chiromys*) dem der Nager.

Chiromys. Galeopithecus. Tarsius. Lemur. Zwischenform von den Pachydermen her ist vielleicht *Adapis* aus dem ob. Eocen.

11. **Ordnung.** *Glires.* Nager. In beiden Kinnladen je zwei bleibende und fortwährend im Verhältniss der Abnutzung nachwachsende Schneidezähne, welche nur an der Vorderseite mit Schmelz überzogen sind. Keine Eckzähne.

I. Familiengruppe. *Sciuromorpha.* Eichhornartige.

Stirnbein breit, mit einem Fortsatze am hinteren Orbitalrande.

Sciurus, Eichhorn. *Arctomys,* Murmelthier. *Spermophilus,* Ziesel.

II. Familiengruppe. *Myomorpha.* Mäuseartige.

Stirnbein schmal, ohne Fortsatz am Orbitalrande.

Myoxina. Palmipedia. Castor, Biber. *Murina. Georhychi. Macropoda.*

---

1) Eine grosse Anzahl höchst interessanter Zwischenformen haben sich in den oberen Eocenablagerungen gefunden. (Filhol, Phosphorites du Quercy. Ann. d. sciences géol. 1876—78.)

2) Zahnformeln: Ursus i $\frac{3\cdot3}{3\cdot3}$, c $\frac{1\cdot1}{1\cdot1}$, p $\frac{4\cdot4}{4\cdot4}$, m $\frac{2\cdot2}{3\cdot3}$. Viverra i $\frac{3\cdot3}{3\cdot3}$, c $\frac{1\cdot1}{1\cdot1}$, p $\frac{4\cdot4}{4\cdot4}$, m $\frac{2\cdot2}{2\cdot2}$. Mustela i $\frac{3\cdot3}{3\cdot3}$, c $\frac{1\cdot1}{1\cdot1}$, p $\frac{4\cdot4}{3\cdot3}$, m $\frac{1\cdot1}{2\cdot2}$. Canis i $\frac{3\cdot3}{3\cdot3}$, c $\frac{1\cdot1}{1\cdot1}$, p $\frac{4\cdot4}{4\cdot4}$, m $\frac{2\cdot2}{3\cdot3}$. Hyaena i $\frac{3\cdot3}{3\cdot3}$, c $\frac{1\cdot1}{1\cdot1}$, p $\frac{4\cdot4}{3\cdot3}$, m $\frac{1\cdot1}{1\cdot1}$. Felis i $\frac{3\cdot3}{3\cdot3}$, c $\frac{1\cdot1}{1\cdot1}$, p $\frac{3\cdot3}{2\cdot2}$, m $\frac{1\cdot1}{1\cdot1}$.

III. Familiengruppe. *Hystrichomorpha.* Stachelschweinartige.

Der Winkel des Unterkiefers geht aus der äusseren Wand hervor und bildet meist einen dreieckigen, nach hinten verlängerten Fortsatz.

Aculeata. Hystrix. Orycterina. Myopotamus. Lagostomi. Eriomys. Subungulata. Dasyprocta. Cavia. Hydrochoerus.

IV. Familiengruppe. *Lagomorpha.* Hasenartige.

Hinter den normalen zwei Schneidezähnen noch zwei stiftförmige.

Lagomys. Lepus.

12. **Ordnung.** *Insectivora.* Insectenfresser. Treten mit der ganzen nackten Sohle auf. Ihr Gebiss besteht aus Schneide-, Eck- und Backzähnen, letztere mit scharfen konischen Spitzen.

Erinaceus, Igel. *Sorex*, Spitzmaus. *Talpa*, Maulwurf.

13. **Ordnung.** *Volitantia.* Fledermäuse. Das Gebiss besteht aus Schneide-, Eck- und Backzähnen. Hautausbreitungen zwischen den Zehen der Vordergliedmaassen und zwischen Vorder- und Hintergliedmaasen, auch zwischen den Schenkeln der Hinterbeine.

Insectivora, insectenfressende Fl., *Frugivora*, früchtefressende Fl. Backzähne mit platter Krone.

14. **Ordnung.** *Simiae.* Affen. Besitzen meist auch an den Hintergliedmaassen einen entgegenstellbaren Daumen; nach den übrigen osteologischen Characteren endigt jedoch die hintere Gliedmasse mit einem Fusse. Alle drei Arten von Zähnen. *Arctopitheci.* Backzähne spitzhöckerig. Vier Pfoten, nur am Daumen der Hinterhand ein Plattnagel. *Hapale*, Seidenaffe. *Platyrrhini*, Affen mit breiter Nasenscheidewand. Wie die vorigen nur amerikanisch. Sechs Backz. *Cebus. Mycetes. Catarrhini*, Affen mit schmaler Nasenscheidewand, der alten Welt angehörig. Fünf Backz.

Cynocephalus, Pavian. *Inuus*, Makake. *Cercopithecus*, Meerkatze. *Hylobates*, Gibbon. *Pithecus*, Orang-Utan. *Simia*, Schimpanse. *Gorilla* [1]).

Hautbedeckungen und Hautskelet. In der Haut der Wirbelthiere werden drei Schichten unterschieden: die Lederhaut *(cutis.* Man nennt auch die gesammte Haut *cutis* und die Lederhaut *corium)*, Schleim- oder Pigmentschicht *(stratum*

---

1) Ueber die Stellung des Menschen zu den Affen und überhaupt zum Thier vergleiche:

Huxley, Stellung des Menschen in der Natur. 1863.

Häckel, Natürliche Schöpfungsgeschichte. 6. Aufl. 1875.

O. Schmidt — Descendenzlehre und Darwinismus. 2. Aufl. 1874.

Darwin, Die Abstammung des Menschen. 1871.

Malpighii) und Hornschicht, wovon die beiden letzteren, aus Zellenelementen und Zellen gebildet, als Oberhaut *(epidermis)* zusammengehören. Unter den verschiedenen Epidermialgebilden sind ausser den verschiedenen Drüsen, welche von der Epidermis aus sich in die Cutis einsenken, besonders die Federn und Haare hervorzuheben. Ihrer Entstehung nach, als Ausstülpungen der Epidermis, stimmen jene mit den Hornschuppen der Reptilien überein. Alle Horngebilde entstehen durch Verdichtung und Verdickung der oberen Epidermisschicht und erhalten ihren Nachschub aus der Schleimschicht als ihrer Matrix. Dies ist auch der Fall, wie bei den Nägeln, Krallen, Hufen, bei den Hörnern des Hornviehs, welche als nicht abfallende Scheiden die Stirnbein-Zapfen überziehen[1]) und damit sich wesentlich vom Geweih unterscheiden. Die Zapfen des Geweihes sind solid; auf ihnen erhebt sich das knöcherne, alljährlich abzuwerfende und wieder zu ersetzende Geweih, welches während des Wachsthums eine Hautbekleidung hat. Diese wird nach Ausbildung des Geweihes abgestreift. Der periodische Wechsel des Geweihes steht in engem Zusammenhange mit der Geschlechtsfunction, und der das Lockerwerden des Geweihes bewirkende histiologische Process ist dem der Caries zu vergleichen. Castrirte Hirsche werfen das Geweih nicht mehr ab.

Die Färbungen der Haut sind theils in der Lederhaut theils in der Oberhaut enthalten. Ein an die Cephalopoden erinnernder Farbenwechsel findet sich bei Fröschen und manchen Reptilien. Unter den Fröschen ist der Farbenwechsel besonders bei *Hyla arborea* und *esculenta* auffallend. Hier findet sich an den grün erscheinenden Hautstellen unter einem Pflasterepithel eine Schicht gelber (Fett-) Zellen und darunter eine Schicht dunklerer, gesternter Pigmentzellen, von deren Contractionen die Farbenveränderungen herrühren. In den meisten Hautstellen beobachtet man statt der gelben Zellen Interferenzzellen, die auch sonst zerstreut zwischen den gelben Zellen vorkommen und der Haut einen, jedoch erst bei Vergrösserungen deutlich werdenden Metallschimmer verleihen.

Bei den Chamäleonten sind die Verhältnisse denen der Cephalopoden ähnlich. Das Schillern der Schlangen rührt nicht, wie bei den Cephalopoden, von Flitter- oder Interferenzzellen her, sondern von der feinen parallelen Furchung der Schuppen.

Höchst verbreitet sind Verknöcherungen der Lederhaut, welche

1) Die amerikanische *Antilocapra* jedoch mit jährlich abfallenden Hornscheiden.

im engeren Sinne das oft durch Hornplatten und überhaupt Epidermislablagerungen verstärkte Hautskelet ausmachen. Hierher gehören die verschiedenartigen Schuppen der Fische. Den Ausgangspunkt bilden die Selachier mit ihren kleinen Hautzähnen, statt welcher und aus welchen bei den Ganoiden durch Concrescenz die Schuppen, Flossenplättchen und Belegknochen des Schädels und Schultergürtels entstanden sind.

Von grosser Ausdehnuug ist das Hautskelet der Schildkröten, bei welchen ebenfalls Theile des inneren Skeletes mit jenem in unmittelbare Verbindung treten. So verbinden sich mit der mittleren Plattenreihe des Rückenschildes die Dornfortsätze der Rückenwirbel (ausgenommen des letzten, nach anderer Angabe auch des ersten), und ferner werden die Rippen in die breiten Mittelplatten allmälig aufgenommen. Den Umkreis des Rückenschildes bilden 23 Marginalplatten. Auch das Bauchschild der Chelonier, das man früher als Brustbein deutete, gehört dem Hautskelet an. Das Bauchschild besteht gewöhnlich aus neun Stückchen (4 paarigen und 1 unpaarem), deren Verwachsung bei den Landschildkröten sehr frühzeitig eintritt. Noch einmal, bei den Säugethieren und zwar innerhalb der Ordnung der Zahnarmen tritt das Hautskelet in mächtiger Entwicklung auf, in der Gruppe der *Cingulata.*

Inneres Skelet. Die Skeletlehre ist von den vergleichenden Anatomen von jeher mit Vorliebe behandelt worden, da die Ergiebigkeit der Forschung mehr als bei anderen Partieen in die Augen sprang. Auch trat hier am frühesten die Wichtigkeit der Embryologie hervor und wurde man auf die gesetzmässige Aufeinanderfolge der Gewebe, ihre Entwicklung aus einander hingewiesen. Es war daher einerseits der vergleichenden Deutung der weiteste, oft zu Irrgängen einladende Spielraum gegeben, andererseits konnte eine strenge Methode gerade am Skelet die Grundzüge einer wirklichen Gestalten- und Gestaltungslehre entwickeln. Peter Camper. Vicq d'Azyr. Goethe. E. Geoffroi St. Hilaire. Die deutsche naturphilosophische Schule.

Wirbelsäule.

Wirbelkörper, Wirbelbögen. Alle Wirbelthiere ohne Ausnahme besitzen ursprünglich die Wirbelsaite, *chorda dorsalis,* einen cylindrischen, in eine kutikulare (innere) Scheide eingeschlossenen Gallertstrang, welcher von der Mitte des Kopfes bis in die

Schwanzspitze sich unter dem Centralnervensystem hinziehend entweder bleibend zur Befestigung der Muskeln dient oder nur die mehr oder weniger vergängliche Unterlage für die in ihrem Umfange sich bildenden Wirbeltheile darstellt. Eine zusammenhängende Skeletschicht als gemeinsame Grundlage derselben ist nicht nachweisbar; sie entstehen vielmehr aus einer unmittelbar um die Wirbelsaite angelegten zelligen Röhre (äussere Chordascheide) und den völlig gesonderten Wirbelbögen, welche von ihr aus paarweise aufwärts das Rückenmark und streckenweise auch abwärts den Eingeweideraum umwachsen. Dabei folgen sie innerhalb der Rumpfmuskulatur der segmentalen Eintheilung derselben. In der Regel gliedert sich die äussere Chordascheide in ebenso viele ringförmige Abschnitte, als obere von ihr getragene Wirbelbögenpaare vorhanden sind; jeder solcher Abschnitt stellt mit dem eingeschlossenen Stück der Wirbelsaite einen primitiven Wirbelkörper dar, welcher meist noch durch die sich ausbreitenden Wirbelbogenbasen umwachsen wird (sekundärer Wirbelkörper). Diese Wirbeltheile sind gewöhnlich knorpelig angelegt und die Verknöcherung unterbleibt nur bei niederen Formen.

Unter den Cyklostomen besitzen die Myxinoiden nur die ungegliederte Wirbelsaite; bei *Petromyzon* kommen dazu knorpelige obere Bögen und in der Schwanzgegend ein Paar fortlaufende untere Knorpelleisten (untere Bögen).

Die Fische besitzen ganz allgemein vollständige Wirbel mit Körper und Bögen. Nur dem Stör und Chimära fehlen die Wirbelkörper und sitzen die Bögen auf der ungegliederten Axe (Chorda und Scheide) auf. (Fig. 83.) Die interverte-

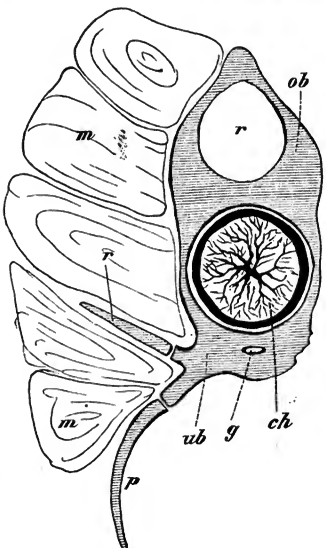


Fig. 83. Fisch-Wirbel, schematisch. *ch* Chorda; *ob* obere Bögen; *r* Rückenmarkskanal; *ub* untere Bögen; *g* Blutgefässkanal; *r* Rippe (Selachier); *p* Pleuralbogen (Teleostier); *m* Muskeln.

bralen Abschnitte der äusseren Chordascheide bleiben weich-häutige Ringe (Zwischenwirbelbänder); die durch sie verbundenen Wirbelkörper enthalten, namentlich in den tubenförmig erweiterten Enden (Doppelkegelform), mehr oder minder ansehnliche Reste der Wirbelsaite. Die Hauptabtheilungen der Fische zeigen in der Wirbelbildung folgende Unterschiede. Die Selachier besitzen zwischen den oberen Bögen besondere Interkalarknorpel und obere Schlussstücke; die unteren Bögen sind im Rumpfe rudimentär, im Schwanze um die Stammgefässe zu den unteren Dornfortsätzen verbunden (Kaudalkanal). Alle diese Theile bestehen aus theilweise verkalktem Knorpel. Die Ganoiden zeigen Uebergänge von den Selachiern zu Knochenfischen. So stehen die Störe durch die dauernd knorpeligen Wirbelbogen noch den Selachiern nahe; andere Ganoiden schliessen sich durch die knöchernen Wirbel und die Ausbildung der unteren Bögen der folgenden Abtheilung an. Bei *Lepidosteus* sind sogar die knöchernen Wirbel durch echte Gelenke verbunden. Bei den Knochenfischen vereinigen sich die oberen Bögen zu längeren Dornen; die unteren Bögen bilden im Schwanze Dornfortsätze wie bei den Selachiern, im Rumpfe sind sie aber meist lang ausgewachsen und von den Wirbeln abgegliedert (Pleuralbögen nach Götte, von Anderen Rippen genannt); die am Wirbel zurückbleibenden Wurzelstücke (untere Bögen, untere Querfortsätze *aut.*) bleiben entweder unverändert und tragen dann die abgegliederten Bogentheile (Pleuralbögen) an der Spitze, oder sie wachsen nach innen und unten aus, worauf sie sich bisweilen ähnlich den Dornfortsätzen verbinden, und dann sitzen ihnen die Rippen seitlich an. In Ausnahmefällen setzt sich diese Ausbildung der unteren Bögen in den Schwanz fort, der alsdann auch eine Fortsetzung der Bauchhöhle enthält.

Noch ist eines merkwürdigen Verhältnisses an der Schwanzwirbelsäule der Fische zu gedenken, der Heterocercie, d. i. der Aufwärtskrümmung des Schwanzendes. Sie wird hervorgebracht durch stärkere Entwicklung der unteren und Schwund der oberen Bogenstücke, während das nach oben gewendete Ende der Chorda von dem immer ungegliederten Urostyl umgeben ist. Auch die Knochenfische machen diesen Zustand durch, er wird aber wenigstens äusserlich mehr und mehr ausgeglichen.

Obgleich die niedersten Amphibien *(Coecilia, Proteus)* sich in der Wirbelbildung, insbesondere durch die Persistenz der Chorda, den Knochenfischen anschliessen, besitzen sie doch schon zum Un-

terschied von diesen einen knorpeligen Intervertebralring, welcher bei den übrigen Amphibien sich stärker entwickelt und umgekehrt wie bei den Fischen gerade die intervertebralen Chordaabschnitte zusammenschnürt und zum Schwunde bringt. Aus diesem Knorpel entstehen bei den höheren Amphibien auch die Zwischenwirbelgelenke. Die vertebralen Abschnitte der äusseren Chordascheide sind entweder ebenfalls knorpelig *(Anura)* oder wie bei den Teleostiern gleich knöchern angelegt *(Urodela)*. Die von ihnen umschlossenen Chordareste gehen theils zu Grunde, theils durch Verknorpelung in den bleibenden Wirbelkörper über. Die Verknöcherung der knorpeligen Wirbeltheile der Amphibien beginnt theils an der Oberfläche (periostale Knochenrinde), theils im Innern des Knorpels (knöcherne Wirbelringe der Frösche). — Früher unterschied man zwei Formen der Wirbelbildung bei den ungeschwänzten Amphibien, indem bei *Rana, Bufo* u. a. der Wirbelkörper um die Chorda herum (perichordal), bei *Bombinator, Pelobates, Pipa* u. a. nur über derselben (epichordal) sich bilden sollte, so dass sie ausserhalb des Wirbelkörpers atrophirte (Dugès, Müller, Gegenbaur). Dies ist nicht richtig, da bei den letztgenannten Batrachiern die äussere Chordascheide unter der Wirbelsaite, statt vorher ebenfalls knorpelig zu werden, gleich in periostalen Knochen übergeht, und die Wirbelsaite innerhalb des dadurch bloss histiogenetisch verschiedenen Wirbelkörpers ebenso wie bei den anderen Batrachiern sich in Knorpel verwandelt. Die oberen Bögen der Amphibien bilden auch schon Gelenkfortsätze, wie bei den Amnioten; untere Bögen erscheinen nur in Form von Dornfortsätzen im Schwanze der Urodelen, während das sogenannte Steissbein der Anura aus den verschmolzenen Körpern und oberen Bögen mehrerer Wirbel, sowie aus einem ihnen gemeinsamen unpaaren und ungegliederten hypochordalen Knorpelstabe hervorgeht.

Unter den Reptilien gleichen die Geckonen durch die Persistenz der intervertebral angeschwollenen Chorda und den Mangel der Zwischenwirbelgelenke noch den niedersten Urodelen (Gegenbaur). Bei den übrigen Reptilien führt der Intervertebralknorpel zur Gelenkbildung, indem die vordere Hälfte den Gelenkkopf des vorderen, die andere die Pfanne des hinteren Wirbels bildet. Bei den Krokodilen beginnt schon die Bildung besonderer Zwischenwirbelscheiben *(Menisci)*. Die Wirbelsaite verschwindet ganz, die Verknöcherung der Wirbel ist vollständig. Hinsichtlich der Wirbelbögen ist noch hervorzuheben, dass die unteren ausser im Schwanze

auch noch im Rumpfe meist durch unpaare Dornen vertreten sind. — Mit den Reptilien stimmen die Vögel in der Wirbelbildung überein; nur nehmen an der Herstellung ihrer definitiven Wirbelkörper die Bogenbasen einen grösseren Antheil. Im beweglichen Halse sind die *Menisci* sehr entwickelt, fehlen aber in den übrigen Regionen, deren Wirbel unter einander in feste Verbindung treten.

Der Schwanztheil der Vogelwirbelsäule erscheint nur noch bei *Archaeopteryx* in seiner ursprünglichen Form bleibend, welche sich am Embryo der heutigen Vögel, namentlich der Strausse, wiederholt. Die Reduction wird herbeigeführt durch die Verwachsung der vorderen Wirbel mit dem Becken und die Verwachsung der 5 oder 6 letzten Wirbel zum Endkörper. Durch diese Verschmelzung ist der Uebergang der fiederartigen Stellung der Steuerfedern in die fächerförmige bedingt.

Bei den Säugern ist von Anfang an ein bedeutendes Uebergewicht der äusseren Chordascheide und der ihr seitlich aufsitzenden oberen Bögen über die dünne Wirbelsaite vorhanden; daher wird die letztere sehr frühe zum Schwunde gebracht und erhält sich bloss in unansehnlichen Resten (Gallertkern) innerhalb der Zwischenwirbelknorpel, welche sich in die Zwischenbandscheiben verwandeln. Die Entwicklung der Gelenk- und Dornfortsätze aus den oberen Bögen, sowie die Umbildung der unteren geht bei den Säugern ebenso vor sich wie bei Reptilien und Vögeln. Auch die Verknöcherung der Wirbel stimmt bei allen Amnioten durch die Bildung besonderer innerer Knochenkerne überein, welche sich auf die ringförmigen Ossifikationen der Selachier und Batrachier zurückführen lassen. Nur die Knochenrinde, insbesondere der Bogenschenkel, welche bis zu den Reptilien *(Chelonier)* hinauf die ersten Ossifikationen der Wirbel darstellt, fehlt den übrigen Amnioten.

Die Bildung des Stammskelets der Vertebraten offenbart also einen allmählichen Fortschritt vom Bestehen eines einfachen elastischen Stabes *(Myxinoiden)* bis zur Herstellung einer Reihe diskreter, mit verschiedenen Fortsätzen versehener und eigenthümlich verbundener Wirbel, welche jene embryonale Grundlage des Skelets, die Wirbelsaite, vollständig verdrängen (höhere Amnioten).

Ueber die Zahl der Wirbel lassen sich bestimmtere Regeln nicht aufstellen. Nur die Säuger haben mit wenigen Ausnahmen constant sieben Halswirbel. *Bradypus torquatus* hat acht, *Bradypus tridactylus* neun, *Manatus australis* gewöhnlich sechs. Die Gränze zwischen den Rücken- und Lendenwirbeln pflegt man,

von der Anatomie des Menschen ausgehend, nach den Rippen zu bestimmen. Naturgemässer zieht man die Gränze nach dem sogenannten diaphragmatischen Wirbel, mit welchem die Richtung der Dornfortsätze umändert.

Atlas und *epistropheus*. Bei Amphibien, Reptilien, Vögeln und Säugethieren heissen die beiden vordersten, gewöhnlich durch ihre Form ausgezeichneten Halswirbel *Atlas* und *Epistropheus*. Ersterer hat bei Vögeln und Reptilien einen, bei Amphibien und Säugethieren zwei Gelenkgruben zur Aufnahme des oder der *condyli occipitales*. Mit dem Körper des *epistropheus* ist in der Regel der *processus odontoideus* (passender *os odontoideum* genannt) verbunden, der bei den Vögeln den *atlas* oberhalb der Gelenkgrube durchbohrt. Dieser Knochen findet sich als gesondertes Stück bei den ächten Cetaceen, deren Halswirbel (nur die beiden ersten bei mehreren Delphinen, mehrere bei andern) verschmelzen. Wie die Entwicklung der Schlangen und Schildkröten gelehrt hat, scheint das *os odontoideum* der eigentliche Körper des *atlas* zu sein, während dasjenige Stück des *atlas,* welches man als den Körper dieses Wirbels zu bezeichnen pflegt, eine Modification zweier Bogenschenkel und eines dritten Skeletstückes (Schlussstück des Atlas) ist. Aus der Lage der Spinalnervenwurzeln zu den Wirbeln geht übrigens hervor (Albrecht), dass der Atlas der Anamnien nicht dem Atlas der Amnioten homolog ist, sondern einem bei letzteren bis auf geringe Spuren verloren gegangenen Protatlas entspricht. Ein Rest derselben ist in dem sogenannten „dorsalen Schlussstück des Atlas" der Crocodilinen erhalten.

Seitliche Wirbelfortsätze, Rippen. Die oberen oder unteren Wirbelbögen der meisten Wirbelthiere entsenden seitliche Fortsätze zwischen die beiden Hälften der Stammesmuskulatur, deren Gränzscheide bei Fischen und Amphibien schon äusserlich durch die Seitenlinie bezeichnet wird. Diese Auswüchse der Wirbelbögen können sich in allen Körpergegenden in ein mit dem Wirbel continuirlich verbundenes Wurzelstück (Querfortsatz) und ein gewöhnlich längeres Seitenstück (Rippe) gliedern. Die im fertigen Zustande ungegliederten Auswüchse ergeben sich theils nach ihrem Ursprunge und ihen Lagebeziehungen, theils durch den Nachweis einer frühzeitig zurückgebildeten Gliederung, als Homologe der gegliederten Fortsätze, so dass alle diese Formen als (gegliederte oder ungegliederte) Rippenfortsätze zusammengefasst werden können.

Die rudimentären unteren Bögen im Rumpfe der Selachier entsenden durchweg gegliederte Rippenfortsätze, deren Rippen jedoch später verkümmern; an den kaudalen unteren Bögen (Dornfortsätze) fehlen jene seitlichen Auswüchse. Unter den Ganoiden verbindet *Polypterus* die Selachier mit den Teleostiern, indem er ausser den abgegliederten unteren Bögen, oder Pleuralbögen, welche den „Rippen" der Knochenfische entsprechen, auch noch mit den Querfortsätzen und Rippen der Selachier übereinstimmende Theile besitzt. Die übrigen Ganoiden scheinen sich wesentlich den Knochenfischen anzuschliessen, deren sogenannte Rippen eben nur abgegliederte untere Bögen sind und daher in die kaudalen Dornfortsätze übergehen (s. o.). Das Verhalten von *Polypterus* rechtfertigt aber die Vermuthung, dass auch die Knochenfische in denjenigen ihrer sogenannten Fleischgräten, welche in der Seitenlinie zwischen der oberen und unteren Muskelmasse liegen, Homologe der Rippen der Selachier, Amphibien und Amnioten (s. w. u.) besitzen. Die übrigen, innerhalb jener Muskelmassen befindlichen Fleischgräten der *Physostomen* sind lediglich Sehnenverknöcherungen.

Von den Amphibien aufwärts entspringen die Rippenfortsätze lediglich aus den oberen Bögen. Bei den Amphibien behalten sie stets die ursprüngliche seitlich-horizontale Lage wie bei den Selachiern und *Polypterus,* laufen also in der Seitenlinie aus. Die Anura zeigen nur einfache Rinnenfortsätze, deren Gliederung nach der Metamorphose zurückgebildet wird; die Urodela und wahrscheinlich auch die Blindwühle haben an jeder Seite eines Wirbels zwei Rippenfortsätze übereinander, deren Rippen und Querfortsätze zu je einem Stücke verschmelzen. Die Rippenbildung der Urodelen setzt sich auf dem Schwanze fort (*Menopoma, Salamandra*), so dass derselbe Schwanzwirbel einen unteren Dornfortsatz und Rippen trägt. Es können mithin die Rippen nicht als in jene Dornfortsätze übergehend oder beide Bildungen als Homodyname (Gegenbaur) angesehen werden. Die 1—2 Kreuzwirbel zeichnen sich durch die ansehnliche Entwicklung ihrer Rippenfortsätze aus.

Reptilia. Die Anlage doppelter mit einander verbundener Rippenfortsätze ist an den Halswirbeln der Krokodile (Rathke), sowie an den Kreuz- und Schwanzwirbeln der Saurier und Ophidier nachweisbar; an den Schwanzwirbeln liegen die Fortsätze hinter einander und bleiben ungegliedert, die genannten Halswirbel tragen aber verwachsene Doppelrippen. In der Brust- und Lendengegend der Saurier und Krokodile sowie im ganzen Rumpfe der Ophidier

scheint der untere Rippenfortsatz rudimentär zu bleiben, so dass die betreffenden Rippen allein aus dem obern hervorgehen. Alle Rippen in diesen Ordnungen wachsen mit den entsprechenden Muskeln weiter zur Bauchseite hinab als bei den Amphibien. Dies geschieht gleichmässig in den wenig unterschiedenen Körperregionen der Schlangen, bei denen selbst die ungegliederten kaudalen Rippenfortsätze hinabgekrümmt sein können *(Hydrophis)*; die Hals- und Lendenrippen der Saurier und Krokodile sind kürzer, ein Theil ihrer Brustrippen stösst aber mit verbreiterten Enden an der Bauchseite zusammen und bildet so das *Sternum* (wahre Rippen). Diese Rippen zerfallen in 2—3 Rippen-Segmente. — Eine eigenthümliche Verlängerung mehrerer findet sich bei *Draco*, wo sie zur Stütze der Flughaut dienen. — Die *Processus uncinati*, vermittelst welcher die Rippen der Krokodile sich dachziegelförmig decken, sind nicht Auswüchse dieser Skelettheile, sondern selbstständig entwickelte, mit ihnen sekundär verbundene Stücke (Rathke). Denselben Reptilien eigenthümlich sind die als Bauchrippen bezeichneten Skeletbildungen in den queren Sehnenstreifen des geraden Bauchmuskels, welche aber mit den eigenthümlichen Rippen nichts gemein haben. — Die Chelonier besitzen im Halse keine, im Rumpfe und Schwanze ähnlich den Anuren nur einfache Rippenfortsätze, deren Gliederung in Rippe und Querfortsatz unvollkommen aber durch einen zwischen beide Theile eingeschalteten Knorpel deutlich bleibt; auch enden ihre Rippen am Rande des Rückenschildes, das sie bilden helfen.

Die Vögel verhalten sich ähnlich wie die Saurier und Krokodile, indem an ihrem Halse doppelte Rippenfortsätze mit theilweise abgegliederten Rippen vorkommen und im Rumpfe der untere Rippenfortsatz ebenfalls wenig entwickelt ist. Er bildet nämlich nur den Rippenhals, während der Körper mit dem *Tuberculum* der Rippe und der sie tragende Querfortsatz Theile des oberen Rippenfortsatzes sind. Ferner besitzen die Vögel gleich den Krokodilen *Processus uncinati*, welche zur Fertigkeit des Rumpfgerüstes beitragen, und an ihren wahren Rippen gliedert sich die untere Hälfte ebenfalls ab *(Ossa sternocostalia)*.

Am Halse der Säuger lassen sich die doppelten Rippenfortsätze mit dem von ihnen umschlossenen *Foramen intertransversarium* leicht wiedererkennen. Beim Uebergange in den Rumpf tritt aber nicht wie bei den Reptilien und Vögeln der untere, sondern gerade der obere Fortsatz in der Entwicklung zurück und verwan-

delt sich im Ganzen in den sogenannten Querfortsatz, an den die Rippe meist, aber nicht ohne Ausnahme *(Monotremen)*, sich mit ihrem *Tuberculum* anlegt; sie selbst entsteht bloss aus dem unteren Rippenfortsatz. Der „Querfortsatz", der Hals und der Höcker der Brustrippen sind also bei Vögeln und Säugern durchaus nicht homologe Theile. In der Lendengegend der Säuger werden die oberen Rippenfortsätze unkenntlich, die meist ungegliederten unteren (lumbale Querfortsätze *aut.*) entsprechen daher den vorangehenden Rippen. Kreuzbein und Schwanzwirbel zeigen ähnliche Verhältnisse wie bei den Reptilien.

Brustbein[1]).

Der Complex von Skelettheilen, die man unter diesem Namen zusammenfasst, variirt nach Form, Zahl und Verbindung seiner Stücke ausserordentlich. Es lassen sich daran unterscheiden: 1. Abgliederungen der verbreiterten Rippenenden — eigentliches *Sternum*, 2. Abgliederungen des Schultergürtels, und zwar der *Clavicula*, — *Episternum*, 3. selbstständig entwickelte vordere und hintere Anhangsstücke. (Fig. 84.)

Bei den Fischen ist noch kein Brustbein vorhanden. Auch den Amphibien fehlt das eigentliche Brustbein. Es wird am vollständigsten bei den eigentlichen Fröschen ersetzt durch Episternalbildungen und das ebenfalls aus dem Schultergürtel stammende *Hyposternum*. Dieser Mangel des eigentlichen Brustbeins charakterisirt auch Ichthyosaurus. Bei den Sauriern aber gesellt sich zum Episternum das aus einer paarigen Anlage sich abgliedernder Rippenenden verschmelzende costale Brustbein.

Mit der Verkümmerung des Schultergürtels und der Vorderbeine bei den schlangenähnlichen Sauriern wird auch das Brustbein reducirt, bis es bei den Schlangen gänzlich verschwunden ist. Bei den Schildkröten wird es durch Theile des Hautskelets ersetzt.

Die Vögel besitzen ein sehr umfangreiches Brustbein. Der costale Rest derselben ist die grosse horizontale Platte, an deren hinterem Rande sich gewöhnlich ein oder zwei Ausschnitte, seltener Fontanellen finden. Dagegen ist der, den Straussen fehlende, Kiel als Episternum dem Schultergürtel entlehnt, wozu auch als vorderer Rest des Episternum das Ligament zwischen Gabel und Sternum gehört.

1) Götte, Brustbein und Schultergürtel. Arch. f. m. An. 1877.

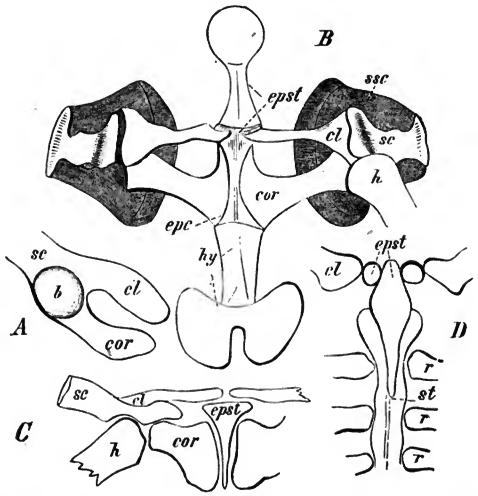


Fig. 84. Schultergürtel und Brustbein *A* der Froschlarve; *B* des ausgewachsenen Frosches; *C* des *Ichthyosaurus*; *D* des Maulwurfs (*B* n. Brühl. *ACD* n. Götte). *sc* Schulterblatt; *b* Gelenk für Oberarm; *cl* Schlüsselbein; *cor* Coracoid; *h* Oberarm; *ssc* Suprascapulare; *epst* Episternum; *epc* Epicoracoid; *st* Brustbein; *r* Rippen.

Den meisten Variationen ist das Brustbein der Säuger unterworfen. Es wird gewöhnlich aus mehreren hinter einander liegenden Stücken gebildet, deren vorderstes das *manubrium*, das hinterste der *processus ensiformis* ist. Die Segmente des Brustbeinkörpers entsprechen in der Regel den *interstitia intercostalia*. (Fig. 85.) Ein *Episternum* als Abgliederung und Träger der Schlüsselbeine ist entweder vollständig gesondert (Monotremen, Beutler, Edentaten) oder theilweise in das

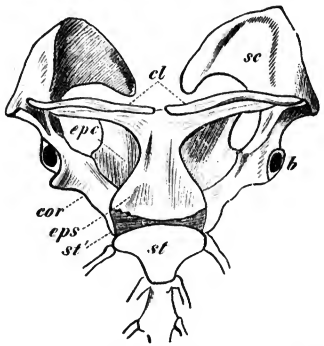


Fig. 85. Schultergürtel und Brustbein des Schnabelthieres (n. Götte). *sc* Schulterblatt; *cor* Coracoideum; *b* Schultergelenk; *cpc* Epicoracoideum; *cl* Schlüsselbein; *eps* Episternum; *st* Sternum; *st'* knorpeliger Theil desselben.

Manubrium aufgenommen, so dass nur zwei seitliche Verbindungsstücke zwischen diesem und den Schlüsselbeinen *Episternalia* genannt werden.

Beim Menschen erscheinen sie als Zwischenknorpel des Sternoclaviculargelenks. Der *Processus ensiformis* dürfte ein hinteres Anhangsstück sein ähnlich dem *Hyposternum* der Amphibien.

Schulter- und Beckengürtel. Extremitäten.

Bei den meisten Wirbelthieren stehen unmittelbar mit der Wirbelsäule eine Reihe von Skelettheilen in Verbindung, welche der Ortsbewegung dienen.

Am einfachsten verhalten sich diese Skeletstücke der unpaarigen Extremitäten der Fische, oder der Rücken-, After- und Schwanzflossen. Die knorpelichen oder knöchernen Theile, über welche die Flossenhaut ausgespannt ist, heissen Flossenstrahlen. Sie gehören dem Hautskelet an und sind in den Rücken- und Afterflossen durch besondere Stücke, die Flossenträger, mit den oberen oder unteren Dornfortsätzen der Wirbel verbunden. Die Strahlen der Schwanzflosse dagegen befestigen sich unmittelbar an den oberen und unteren Dornfortsätzen der letzten Wirbel.

Die paarigen Extremitäten hängen mit der Wirbelsäule durch den Schulter- und den Beckengürtel zusammen. Die Extremitäten selbst correspondiren in ihrer Gliederung, indem die obere Abtheilung immer einfach ist, die anderen aus zwei bis fünf Parallelgliedern bestehen.

Allerdings lässt sich der Schultergürtel der Fische in seiner heutigen Gestalt nicht speciell mit dem der übrigen Wirbelthiere vergleichen. Doch ist das Verständniss dieser ganzen Skeletgruppe durch Gegenbaur's feine Hypothese eröffnet, dass ihr Schultergürtel ein modificirter Kiemenbogen sei. Bestätigt wird dieselbe durch das Verhalten dieser Theile bei Protopterus (Wiedersheim). Bei jungen Exemplaren sitzen die äusseren Kiemen noch auf ihm auf, seine Nerven verhalten sich wie die des Kiemenapparates u. a.

Bei den Selachiern besteht der Schultergürtel aus einem knorpeligen Bogen, von bestimmten Kanälen durchbohrt. Durch den einen Kanal tritt der Flossennerv ein; er theilt sich und verlässt den Knorpel durch 2 Oeffnungen, welche sehr wichtig für die folgenden Bestimmungen sind, um sich in die Muskeln zu begeben.

Die Störe zeigen den Schultergürtel in zwei seitliche Theile

getheilt, allein ableitbar von dem der Selachier. Die Oeffnungen im Schulterknochen sind grösser geworden, indem sie nebst dem Nerven einen Theil der Muskulatur aufgenommen haben. Der obere Fortsatz des Knorpels kann als Schulterblatt — *scapulare* — ein hinterer als Rabenschnabelbein — *coracoideum*, ein mittlerer als *procoracoideum* bezeichnet werden. Dazu kommen vier secundäre Belegstücke; und wenn das eine obere als Schlüsselbein bezeichnet worden ist, so ist auch hier eine wirkliche Homologie mit der Clavicula der höheren Wirbelthiere ausgeschlossen. Bei den Knochenganoiden gehen diese Hautknochen mehr und mehr verloren, die *clavicula* bleibt Hauptstück, und dieses Verhältniss hat sich auf die Teleostier übertragen. Indem daher der Schultergürtel der Knochenfische und die Ganoiden von den Selachiern ableitbar ist — am deutlichsten bei Wels und Stör — kann er schon deshalb nicht, wie man früher versuchte, direkt mit dem Armskelet der höheren Thiere verglichen werden. (Cuvier nannte jenen Hauptknochen *humerus)*.

Die ursprünglichste und einfachste Form der Flosse ist in Ceratodus erhalten, wo ihr Knorpelgerüst aus einer gegliederten Axe und zwei seitlichen Reihen von Strahlen besteht. Von ihr aus hat Gegenbaur seine Archipterygium-Theorie abgeleitet.

Bei den Selachiern bilden drei grössere Knorpel an der Basis der Flosse die Verbindung mit dem Schultergürtel und sind nach aussen besetzt mit Knorpelstücken — Strahlen, Radien. Jene drei Abschnitte des Flossenskelets sind von Gegenbaur Propterygium, Mesopteryium und Metapterygium genannt worden. Letzteres ist am wichtigsten und entspricht dem Stamme des Archipterygium. Reste der biserialen Anordnung der Flossenstrahlen finden sich bei verschiedenen Selachiern[1]). (Fig. 86.)

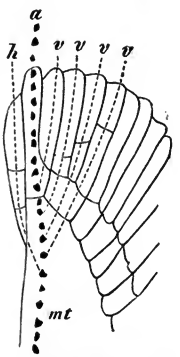


Fig. 86. Rechte Brustflosse eines Haiembryo (*Hexanchus*) (n. Gegenbaur). *mt* Metapterygium; *a* axiale Reihe, der Axe des Archipterygium entsprechend; *h* hinterer Radius; *v* vordere Radien.

1) In wieweit die schon von Gegenbaur auch für die höheren Wirbelthiere durchgeführte Archipterygium-Theorie sich bestätigt s. Götte, Ueber Entwicklung und Regeneration des Gliedmaassenskelets etc. der Molche. 1879. Entwicklungsgeschichtlich ist ihre Geltung festgestellt für die Urodelen, z. Thl. auch für Anuren und Vögel.

Die Ganoiden besitzen mit Ausnahme von *Polypterus* nur noch Meso- und Metapterygium. Zwischen ihnen gelangen noch, wie auch schon bei einigen Rochen, 2 bis 3 Strahlen in die Articulation mit dem Schultergürtel. Bei den Stören wird das aus dem Mesopterygium hervorgegangene fünfte Basalstück in den lateralen Knochenstrahl des secundären Flossenskelets eingebettet, so dass also auch dieser Strahl in unmittelbare Verbindung mit dem Schultergürtel tritt.

Bei den Teleostiern bilden nun ebenfalls 5 Basalstücke die Verbindungen mit dem Schultergürtel, wovon die drei mittleren aus Strahlen, die beiden seitlichen aus den ursprünglichen Basalien abzuleiten sind.

Der Schultergürtel der übrigen Wirbelthiere entwickelt sich in zwei Hälften aus je einer einheitlichen Grundlage. Der hintere Theil dieser Platte giebt die *scapula* mit dem bei manchen Gruppen (z. B. Fröschen) von ihr sich absondernden *suprascapulare*, der obere vordere Ast liefert die *clavicula* (mit den Episternaltheilen), die untere das *coracoideum*. Von dem eigentlichen Coracoid ist oft das vordere, nach der Mittellinie des Körpers zu gelegene, also untere Ende als *epicoracoideum* zu unterscheiden, während das in der Literatur viel genannte *procoracoideum* als Begränzungsstück an sich unwesentlicher Fontanellen der Coracoidplatte auch von unwesentlicher Bedeutung ist. Die Schlüsselbeine der Saurier[1]), Vögel und Säuger sind im fertigen Zustande

1) Verkümmerungen treten bei den schlangenförmigen Sauriern ein, bei den Schlangen sind Schultergürtel und vordere Extremitäten ganz geschwunden. Auf den wirklichen Beweis, dass hier und entsprechend bei den hinteren Extremitäten eine Verkümmerung vorliegt, nicht etwa ursprüngliche niedere Zustände ist Fürbringer eingegangen (die Knochen und Muskeln der Extremitäten bei den schlangenähnlichen Sauriern. 1870). Er sagt: „Die Begründung lässt sich geben und zwar erstens durch die Untersuchung von älteren Embryonen (wo bereits alle Extremitätentheile vorgebildet sind) oder sehr jungen Thieren und die Vergleichung dieser mit dem ausgewachsenen Thiere. Entspräche z. B. das Becken eines *Anguis fragilis* der niederen Stufe einer Entwicklung, die erst im Becken der Saurier mit wohl entwickelten Extremitäten ihren Höhepunkt erreicht, so müsste dasselbe beim Embryo oder dem sehr jungen Thiere noch geringer entwickelt sein, als beim ausgewachsenen Thiere. Nun zeigt aber das Becken eines eben erst geborenen *Anguis fr.* eine verhältnissmässig weit bedeutendere Entwicklung als dies im späteren Alter der Fall ist" u. s. w. „Ein weiterer Beweis lässt sich geben durch die Vergleichung von embryonalen oder jungen typischen Sauriern mit ausgewachsenen schlangenähnlichen Sauriern. Würden die Knochen der ersteren und der letzteren Uebereinstimmung zeigen, so könnte man sie für niedere (vorangehende) Entwicklungszustände halten, die Untersuchung zeigt aber gerade das Gegentheil" u. s. w. l. c. Seite 59.

vom Schulterblatt völlig getrennt, weniger scharf bei den Amphibien. Das Schlüsselbein der Chelonier (oft als Procoracoid bezeichnet) ist dagegen in engerem Zusammenhange mit dem stielförmigen Schulterblatt, von welchem der hintere ventrale Fortsatz, das Coracoid, sich abgelöst hat. Crokodil und Chamaeleon besitzen kein Schlüsselbein.

Das Schultergerüst der Vögel besteht jederseits aus drei Knochen, einer meist langen, schwertförmigen *scapula*, dem starken *os coracoideum* und der *clavicula*. Gewöhnlich verschmelzen beide *claviculae* und bilden zusammen die sogenannte *furcula*, die Gabel. Mehrere Papageien verlieren die *furcula* ganz.

Das Schultergerüst der Säugethiere besteht in seiner Vollständigkeit aus drei Stücken: *os coracoideum, clavicula* und *scapula*. Das *os coracoideum* bleibt jedoch selbst in dem einen Falle, bei den Monotremen, wo es vom Schulterblatte zum Brustbein reicht, mit der *scapula* verschmolzen; bei allen übrigen Säugethieren erscheint es nur als *processus coracoideus*, ohne das Brustbein zu erreichen. Für die *clavicula* ist als Regel anzunehmen, dass sie bei denjenigen Säugethieren vorkommt, welche die vorderen Extremitäten nicht ausschliesslich zum Gehen gebrauchen, sondern auch zum Klettern und Graben, zum Ergreifen der Nahrung u. dergl. Daher besitzen sie z. B. viele Nager und Insectivoren, die Affen vollständig. Andere Nager (*Lepus* u. a.) haben sie unvollkommen. Bei den reissenden Thieren wird sie noch mehr rudimentär (*Felis*) oder verschwindet ganz.

Oberarm (*humerus*) und Vorderarm (*radius, ulna*) der Klassen von den Amphibien aufwärts bieten natürlich eine Menge Abänderungen. Besonders variirt das Verhältniss von Elle und Speiche nach der zu erzielenden Beweglichkeit und Drehbarkeit der Hand. Wird der Gebrauch der Hand einfacher, so tritt eine Verwachsung der beiden Knochen ein, und bei den Wiederkäuern wird damit das untere Ende der Elle rudimentär. Selbst bei den Pferden fehlt die untere Epiphyse der Elle nicht, ist jedoch, wie die obere, völlig mit derjenigen der Speiche verschmolzen. Bei den Fledermäusen ist die letztere der alleinige Unterarmknochen.

Am lehrreichsten ist die Vergleichung der Handwurzel (*carpus*). Die einfachsten oder ursprünglichsten Verhältnisse zeigen die Salamandrinen und Perennibranchiaten: eine erste Querreihe von Knorpeln und Knochen, bestehend aus dem an der Radialseite liegenden *radiale*, dem gebenüber liegenden *ulnare* und

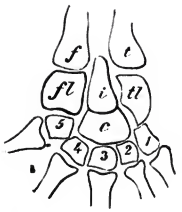


Fig. 87. Schema der Hand- und Fusswurzel des Salamanders (n. Wiedersheim.) *f* Fibula; *t* Tibia.

dem *intermedium*; eine zweite Querreihe, sich nach der Zahl der Finger, resp. Metacarpusknochen richtend, *carpalia*, wozu ein zwischen beide Reihen eingeschlossenes Stück kommt, das *centrale*. Bei den ungeschwänzten Amphibien, wo Radius und Ulna verschmelzen, fehlt aus der ersten Reihe das *intermedium*, und das *centrale* rückt ganz an die Aussenseite des *radiale*. Die *carpalia* verschmelzen zum Theil mit einander, z. B. *Bufo vulgaris* die *carpalia* 3, 4, 5. (Fig. 87).

Sehr auffallend stimmen im Bau des *Carpus* die Chelonier mit den geschwänzten Amphibien überein. Hier tritt auch ein dem *os pisiforme* der Säugethiere und des Menschen zu vergleichender Knochen auf, der in allen Fällen als ein Sesambein aufzufassen ist, an der menschlichen Hand eingefügt der Sehne des *extensor carpi ulnaris*.

An der Handwurzel der Saurier fehlt allgemein das *intermedium;* am meisten aber weicht diejenige der Crokodile von derjenigen ab, welche als Ausgangspunkt diente. Die Hauptbestandtheile sind *ulnare* und *radiale*; die zweite untergeordnete Reihe setzt sich aus dem an den inneren Handrand gerückten, die Stelle zweier Carpalien vertretenden *centrale* und einem grossen *carpale* (3+4+5) zusammen.

Im Carpus der Vögel finden wir nur das *radiale* und *ulnare;* jedoch hat A. Rosenberg gezeigt, dass in ähnlicher Weise wie am Tarsus (s. u.) ein Theil des embryonalen Carpus mit dem Metacarpus verschmilzt. Bei den Säugethieren aber erhebt sich die Zahl der Stücke des Carpus bei Ausbildung von fünf Fingern wieder auf neun und nähert sich auffallend den unteren Typen. Die specielleren Homologien sind aus der weiter unten folgenden Tabelle zu ersehen.

Zum Beckengürtel gehören jederseits drei Knochen, die aber ganz oder zum Theil verschwinden können und mehr oder minder mit einander verwachsen; es sind das Hüftbein (*os ileum*), Sitzbein *(os ischii)* und Schambein *(os pubis)*.

In dieser Vollständigkeit ist es jedoch bei den Fischen noch nicht.

Bei den Selachiern kann man einen, ein längeres *basipterygium* tragenden Knorpel als Becken bezeichnen. Auf ihm sitzt

ein Knorpelstrahl unmittelbar auf, die übrigen auf dem *Basipterygium*. Die bei Ganoiden und Knochenfischen als Becken gedeuteten Theile scheinen nichts als Apophysen eines Metapterygiums zu sein.

Die Amphibien und Reptilien zeigen viele Verschiedenheiten. Unter den ersteren haben die Batrachier eine sehr auffallende Form des Beckens. Die Hüftbeine sind sehr lang und bilden mit ihrem hinteren, verbreiterten Theile einen Theil einer Scheibe, indem dieser sich mit dem Sitzbein und Schaambein verbindet, und indem die letzteren Knochen beider Seiten verschmelzen.

Ueber die Bedeutung der Beckentheile der Saurier bestehn verschiedene Ansichten. Der von Cuvier *os pubis* genannte Knochen soll nach Gorski u. A. ein *os ileopectineum* sein und dem *tuberculum ileopectincum* des Menschen entsprechen, ihr *os pubis* aber das *os ischii* Aut. sein und letzteres fehlen oder (Fürbringer, Leydig) mit jenem zu einem *os pubo-ischii* verschmolzen sein. Berücksichtigt man aber den Lauf des *nervus obturatorius* und seinen Durchtritt durch das wahre *foramen obturatorium* (Hoffmann) und die Entwicklung (Bunge), so erscheint die ältere Ansicht als die richtige. Auch die Schildkröten und Crocodile sind so aufzufassen, obwohl die *ossa pubis* der letzteren ganz von der Bildung des Hüftgelenkes ausgeschlossen sind.

Den Schlüssel zum Becken der Vögel geben die fossilen Ornithosceliden. Ihr Schambein hat zwei Aeste; der nach vorn und unten gerichtete entspricht dem Schambein unserer Reptilien, der nach hinten gerichtete, welcher dem verlängerten Sitzbein parallel läuft, dem der Vögel, deren Schambein also dem gleichnamigen Knochen der Saurier und Crocodilier nicht homolog ist.

Diesem Vogelschambein scheint auch das der Säuger zu entsprechen, da beide — anders als bei dem einheitlich angelegten Amphibien- und Reptilienbecken — von einem besonderen Ossificationspunkte ausgehen. Ueber die Bedeutung der beiden Geschlechtern gemeinsamen sogenannten Beutelknochen der Monotremen und Beutler, welche auf dem vorderen Schambeinrande sitzen, wird vielleicht die Entwicklungsgeschichte entscheiden.

Die Skelettheile des Ober- und Unterschenkels sind die Homologa von Ober- und Vorderarm, *femur = humerus, tibia = radius, fibula = ulna*. Man hat die *patella* für einen losgelösten, dem *olecranon* der Elle homologen Theil erklären wollen; allein die Entwicklungsgeschichte zeigt die Unzulässigkeit. Die Kniescheibe ist ein Sesambein aus der Sehne des *extensor cruris*.

Bei der Fusswurzel (*tarsus*) ergeben sich ganz ähnliche Verhältnisse, wie bei der Handwurzel. Es ist wiederum auszugehen von den geschwänzten Amphibien (*Siredon, Menopoma.* Salamandrinen), wo drei Stücke — *fibulare, intermedium, tibiale* — an die Unterschenkelknochen stossen, ein viertes Stück — *centrale* — in der Mitte des Tarsus liegt und fünf *tarsalia* an die fünf Stücke des Mittelfusses (*metatarsus*) stossen. Sehr abweichend hiervon ist die Fusswurzel der Batrachier: *intermedium* und *centrale* fehlen; *tibiale* und *fibulare*, gewöhnlich *astragalus* und *calcaneus* genannt, haben die Form zweier längerer Röhrenknochen angenommen und von den *tarsalia* sind in der Regel nur die drei inneren, zuweilen verschmolzen, vorhanden. Die an der Innenfläche des Tarsus der Anuren gelegenen ein oder zwei Knorpel, welche über den Rand des Fusses vorspringen, lassen sich als Rest einer sechsten Zehe deuten, obwohl damit die unmittelbare Abstammung der Anuren von solchen Urodelen, welche den heutigen gleichen, ausgeschlossen ist (Born).

Von den Reptilien schliessen sich wieder die Schildkröten den ungeschwänzten Amphibien enger an, doch treten schon Verschmelzungen auf, welche bei den Eidechsen die Regel sind: die obere Reihe sammt dem *centrale* ist durch einen einzigen Knochen repräsentirt, welcher straff mit dem Unterschenkel verbunden ist, so dass das Fussgelenk ein Intertarsalgelenk wird. Abweichend beim Crokodil bleibt das *fibulare* selbständig und wird durch einen hinteren Fortsatz zu einem wahren *calcaneus.* Das *tibiale* ist aber mit *intermedium* und *centrale* verschmolzen, jedoch nicht das Homologon des *astragalus* der Säuger, in welchen das *centrale* (*naviculare*) nicht aufgegangen ist.

Eine höchst merkwürdige Mischform zeigt die fossile Saurier-gattung *Compsognathus.* Der Fuss dieses Geschöpfes ist Reptilienfuss, insofern er getrennte Metatarsalien und Tarsalien besitzt, er ist aber Vogelfuss, da sein oberes Tarsalstück (resp. mehrere) mit der Tibia vereinigt ist. Einen vollkommenen Vogelfuss hat aber der *Archaeopteryx.*

Der Tarsus der Vögel wird embryonisch in mehreren Stücken angelegt. Die oberen verbinden sich sehr früh mit der Tibia, das untere verschmilzt mit dem Mittelfusse. Letzterer besteht beim Embryo aus drei parallelen Knochen, welche bei *Aptenodytes* in der Mitte getrennt erhalten bleiben. Dem Einen grossen „Laufknochen" ist

bei den vierzehigen Vögeln am unteren Ende noch ein kleineres, die vierte Zehe tragendes Stück angefügt. (Fig. 88.)

Der Tarsus der Säugethiere mit vollkommen entwickelten Zehen (sämmtliche Unguiculaten) kann aus dem der geschwänzten Amphibien oder Schildkröten abgeleitet werden. Bei rudimentärer Entwicklung einzelner Zehen verschmelzen entweder einzelne Stücke mit einander oder einzelne Theile der zweiten Reihe des Tarsus verkümmern.

Hinsichtlich der Reductionen innerhalb der beiden Extremitäten *Ulna* und *Fibula, Metacarpale* und *Metatarsale* II, IV und V mit zugehörigen Fingern und Zehen), so wie der stärkeren Entwicklung einzelner Theile (*Radius* und *Tibia*; *Metarcarpale* und *Metatarsale*, dritter Finger und dritte Zehe) bilden *Tapirus*, die jüngst entdeckten amerikanischen vierzehigen Pferde, *Palaeotherium*, *Anchitherium*, *Hipparion* und *Equus* eine interessante Reihe.

Fig. 88. Embryonales Fussgelenk der Seeschwalbe (n. Morse.) *F* Fibula; *T* Tibia; *f* Fibulare; *i* Intermedium; *t* Tibiale; *c* Centrale; *m* Metacarpalia.

Die Homologien zwischen vorderer und hinterer Extremität sind (nach Gegenbaur) in folgender Tabelle übersichtlich:

Schultergürtel.		Beckengürtel.
scapula	=	ileum
procoracoid	=	os pubis
coracoid	=	os ischii
clavicula	=	fehlt
Vordere Extremität.		**Hintere Extremität.**
humerus	=	femur
radius.	=	tibia
ulna	=	fibula

Carpus in primitiver Form		Carpus in umgebildeter Form		Tarsus in primitiver Form		Tarsus in umgebildeter Form
radiale	=	naviculare	=	tibiale	=	astragalus
intermedium	=	lunatum	=	intermedium		
ulnare	=	triquetrum	=	fibulare	=	calcaneus
centrale	=	centrale	=	centrale	=	naviculare
		bei Nagern, Insectivoren und Affen.				
carpale^1	=	multangulum majus	=	tarsale^1	=	cuneiforme I
carpale^2	=	multangulum minus	=	tarsale^2	=	cuneiforme II
carpale^3	=	capitatum	=	tarsale^3	=	cuneiforme III
carpale^4 carpale^5	=	hamatum	=	tarsale^4 tarsale^5	=	cuboideum

Kopfskelet[1]).

Wir besitzen im *Amphioxus* ein Wirbelthier, bei welchem es noch nicht zu einer Concentration und Faltung der vorderen Partie des centralen Nervensystems, zur Bildung eines Gehirns und mithin auch nicht einer vor der übrigen Hülle des Rückenmarkes sich auszeichnenden Schädelkapsel gekommen ist. Wohl aber liegt unterhalb des vorderen Chorda- und Rückenmarktheiles eine ganze Reihe paariger knorpelartiger Bogen, welche den Eingang des Verdauungskanales und die Kiemenhöhle umspannen, schon hier als Visceralskelet sich darstellen und in verminderter Anzahl und sehr verschiedenartiger Verwendung auch bei allen übrigen Wirbelthieren in Verbindung mit dem Schädel das Kopfskelet bilden. Trotz der engen Beziehungen beider Theile zu einander empfiehlt es sich, Schädel und Visceralskelet gesondert zu betrachten.

Schädel. Unter allen Umständen entsteht der Schädel in Continuität mit der primären Wirbelsäule oder dem knorpeligen Rückenmarksrohre und ist als Primordialschädel eine aus einem Stücke bestehende Knorpelkapsel mit einer Höhlung für das Gehirn und seitlichen Höhlen und Vertiefungen für die Sinnesorgane. In diesem Zustande verharrt der Schädel bei den Cyclostomen und Selachiern, zum Theil auch den Knorpelganoiden, während bei den übrigen Fischen und den andern Wirbelthieren der Primordialschädel zum Theil, d. i. mit Erhaltung einzelner Knorpelpartieen, oder ganz dem knöchernen, aus einzelnen Knochen bestehenden Schädel Platz macht.

Bei den Cyclostomen wird der untere Theil des Hinterhauptes durch einen aus der äusseren Scheide der Chorda hervorgehenden Knorpel gebildet, in welchen sich auch die Spitze der *chorda dorsalis* hineinstreckt, und die seitlich ein Paar blasige Auftreibungen, die Gehörkapseln, trägt. Zwei vordere divergirende Fortsätze hängen mit den Gesichtsknorpeln zusammen. Ueber diesem *os basilare*, mit ihm fest verwachsen und zwischen den Gehörblasen und den Fortsätzen liegt die knorpelhäutige (*Ammocoetes*, *Myxine*) oder mehr (*Petromyzon*) oder minder (*Bdellostoma*) verknorpelte Gehirnkapsel, eine unmittelbare Forsetzung des Rückenmarksrohres, an welche sich nach vorn die Nasenkapsel anschliesst.

1) Gegenbaur, d. Kopfskelet der Selachier. 1872.
Parker und Bettany, die Morphologie des Schädels. Uebers. von Vetter. 1879.

Durch den Mangel an Kiefern und überhaupt des Visceralskelets unterscheiden sich die Rundmäuler von allen höheren Wirbelthieren.

Der einheitliche Knorpelschädel der Selachier zerfällt je nach seinen Beziehungen zum Hirn und den höheren Sinneswerkzeugen in sich von selbst ergebende (Occipital-, Labyrinth-, Orbital-, Ethmoidal-) Regionen. Es tritt aber gleich die Nothwendigkeit ein, die zwei vorderen Visceralbogen zu untersuchen, indem bei den Knochenfischen und höheren Wirbelthieren die meisten aus ihnen hervorgehenden Theile sich enger mit dem Schädel verbinden. Der erste Visceralbogen bildet bei den Selachiern die Kiefer, jedoch entspricht der Oberkiefer derselben nicht dem gleichnamigen Knochen der Knochenfische u. s. w., sondern den Knochen der Gaumenregion nebst dem unteren Stücke des Kieferstieles, dem Quadratum der früheren Zootomen (*quadrato-jugale* von Joh. Müller) und heisst daher *os palatoquadratum*. Aus dem zweiten Visceralbogen geht unten das Zungenbein, oben ein von diesem zum Schädel führender Stiel hervor, welcher sich jedoch auch mit dem Kieferbogen in Verbindung setzt und deshalb *hyomandibulare* genannt wurde. (Fig. 89.)

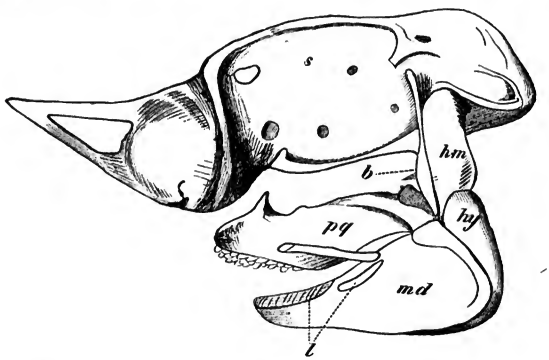


Fig. 89. Kopfskelet eines Hays (*Galeus*) (n. Gegenbaur). *s* Schädelkapsel; *pq* Palatoquadratum; *md* Unterkiefer oder Meckelscher Knorpel; *l* Lippenknorpel; *hm* Hyomandibulare; *hy* Zungenbeinhorn; *b* Band.

Bei den Stören beginnt die Bedeckung des Primordialsschädels durch sogenannte secundäre Knochen. Auf dem Axentheile, welcher bei den höheren Thieren durch das Keilbein — *sphenoideum* — eingenommen wird, liegt ein ausgedehntes *parasphenoideum*, und oben und seitlich treten Hautknochen in unmittelbare Verbindung

mit der Knorpelkapsel. Kiefer und Zungenbogen verhalten sich wesentlich wie bei den Selachiern. In den Knochen-Ganoiden sind dann jene Umwandlungen vor sich gegangen, welche zu den Knochenfischen führen.

Auch bei den meisten Knochenfischen[1]), in ausgedehnter Weise z. B. beim Hecht und Lachs, bleiben zeitlebens Theile des knorpeligen Schädels bestehen, auch wenn sie von den über ihnen bildenden Knochen bedeckt sind; im Allgemeinen macht der Schädel den Eindruck, „knöchern" zu sein, und geht ein grosser Theil dieser Knochen zwar nicht aus dem Knorpel hervor, setzt sich aber, unter Schwund des letzteren, an seine Stelle. Am Hinterhaupt unterscheiden wir das *os occipitale basilare*, 2 *occipitalia lateralia* und das *occ. superius*. Die Ohrgegend wird von drei Knochen gebildet; hinten liegt das sehr variable *opisthoticum (intercalare* Vrolik) oben und hinten das *epioticum (occipitale externum Autt.*), und vor dem ersteren das *prooticum*. Alle bisher genannten Knochen sind, bis auf das zweifelhafte *intercalare*, integrirende primordiale Bestandtheile des Schädels. Als Deckknochen tritt in der Schläfengegend eine Schuppe, *squamosum* (Cuviers *mastoideum*) hinzu. (Fig. 90.)

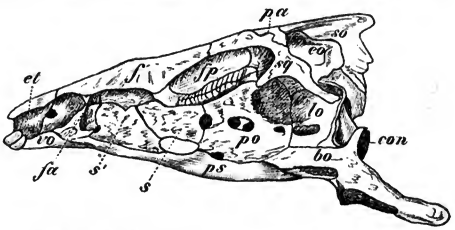


Fig. 90. Schädel des Karpfen, nach Entfernung der loseren Theile (n. Brühl). *lo* unt. Hinterhauptbn.; *con* Condylus; *lo* seitl. Hinthptbn.; *so* Schuppe d. Hhptbns; *eo* epioticum; *sg* Schuppenbein; *po* prooticum; *ps* Parasphenoid; *s'* sphenoidale Theile; *vo* Pflugschar; *et* Ethmoideum; *f* Stirnbein; *fa* vorderes, *fp* hinteres Stirnbein; *pa* Scheitelbein.

An der Schädelbasis findet sich sehr regelmässig ein grosses *parasphenoideum* als Deckknochen, über dessen hinterem Theile nicht selten ein kleineres *sphenoideum basilare* vorhanden. Dasselbe wird jedoch von dem *prooticum* d. i. dem *petrosum Autt.*, überdeckt, dass es von der Begränzung der Schädelhöhle ausgeschlossen ist. Zwei andere paarige primäre Knochen dieser Region sind das *sphenoideum*

1) J. Vrolik, Studien über die Verknöcherung und die Knochen des Schädels der Teleostier. Niederl. Arch. f. Zool. I. 1873.

posterius und *anterius*. Als Belegknochen der Scheitelregion finden wir die 2 *parietalia* und die *frontalia*, bei welchen letzteren die grossen mittleren *frontalia principalia* und die nach auswärts gelegenen *front. posteriora* und *anteriora* zu unterscheiden sind. Endlich hebt sich als ein grosses vorderes Schlussstück der Schädelkapsel das nach vorn verlängerte *ethmoideum* ab, auf welches sich oben das *nasale*, unten der secundär entstehende *vomer* legt.

Der *ethmoideum* genannte Theil steht immer in enger Beziehung zur vorderen Schädelhöhle, d. h. dem vor der Sattelgrube des Keilbeins liegenden Theile der Schädelhöhle. Wo eine solche in grösserer Ausdehnung vorhanden, gehen die beiden seitlichen Anlagen des Ethmoideum — die embryonalen „Balken" (Rathke) — indem sie grössten Theils getrennt bleiben, in der Umwandung der v. Schädelhöhle auf. So bei den Selachiern, Cyprinus, den Amphibien, Schlangen. Bei Verkürzung der vorderen Schädelhöhle, nämlich bei den meisten Knochenfischen, den übrigen Reptilien und den Vögeln verschmilzt das Ethmoideum grössten Theils zu einer einheitlichen Interorbitalwand. Die verwickelteren Verhältnisse bei den Säugern sind von den Amphibien her zu erklären[1]).

Jene Partie, welche oben als *hyomandibulare* und *palato-quadratum* bezeichnet wurde, ist bei den Knochenfischen als Unterkieferstiel und Gaumenbogen vorhanden. Jener besteht in der Regel aus vier Theilen, von denen der obere *(quadratum* Joh. M.) sammt dem mittleren hinteren *(symplecticum* Cuv.) dem *hyomandibulare* entsprechen, das mittlere vordere aber *(tympanicum* Cuv. und das untere *quadratojugale* J. M. oder *quadratum Autt.*) aus dem Palatoquadrat-Knorpel hervorgegangen sind. Die Gruppe der Gaumenknochen, der andere Theil des Palat-Knorpels besteht aus *pterygoideum posterius* und *anterius* sive *transversum*, und *palatinum.* Denn nun sind als eigentliche Oberkieferknochen das *maxillare* und *praemaxillare* aufgetreten, als deren Vorläufer man die oben nicht erwähnten unbedeutenden Lippenknorpel der Selachier ansieht. Jede Unterkieferhälfte aber besteht aus dem Meckelschen Knorpel + einigen Deckstücken. Der hintere Theil jenes ist als articulare verknöchert. Deckstücke sind das dentale, angulare und das oft fehlende innen liegende operculare. Ueber die Kiemendeckel unten. Ganz untergeordnete Theile des Hautskelets sind die in

1) Das Nähere bei Götte, Unke.

einem Bogen unter und hinter dem Auge sich hinziehenden *ossa infraorbitalia*, besonders ausgedehnt in der Familie der Panzerwangen. (Fig. 91.)

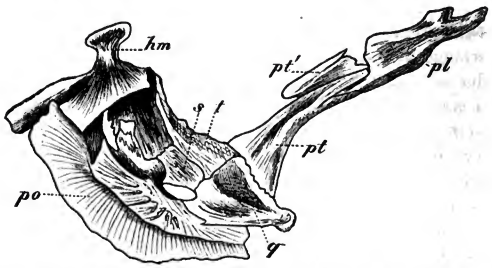


Fig. 91. R. Unterkieferstiel u. Gaumenbogen des Dorsches. *hm* Hyomandibulare, wovon abgegliedert *s* Symplecticum; *t* Tympanicum; *g* Quadratum; *pt* Pterygoideum anterius; *pt'* Pter. posterius; *pl* Palatinum; *po* Praeoperculum.

Auch am Amphibien-Schädel unterscheidet man einen knorpeligen Primordialtheil mit seinen enchondrostotischen Verknöcherungen und die Belegknochen. Der erstere bildet ein ähnliches Ganzes, wie bei den Selachiern. Die Hinterhauptregion besteht nur aus den beiden verknöchernden *occipitalia lateralia*, welche die beiden Gelenkhöcker bilden. (Fig. 92.) Auch das Labyrinth befindet sich zum Theil in einer seitwärts von den *ossa occipitalia* liegenden Verknöcherungen (zum Theil in den Hinterhauptbeinen selbst), welche gewöhnlich als *os petrosum*, neuerlich als *prooticum* bezeichnet wird. Nach aussen von der Ohrgegend tritt ein starker Knorpelstiel hervor, welcher dem *quadratum* entspricht und grösstentheils von einem Deckknochen, dem *squamosum*, belegt ist. In der vorderen, der Ethmoidalregion, verknöchert auch ein Theil, am stärksten bei den Fröschen zu einem ringförmigen Stück, dem Gürtelbein *(os en ceinture* Cuv.). Dasselbe ist weder als Stirnbein noch als Orbitosphenoid aufzufassen, sondern als eine Bildung eigner Art, im Sinne eines Riechbeins. Alle übrigen Bestandtheile des Amphibienschädels sind Belegknochen. Oben finden wir die *parietalia* und *frontalia*, bei den Fröschen jederseits zu einem *frontoparietale* verschmolzen, vor ihnen die *nasalia*. Längs der Basis des Knorpelschädels erstreckt sich das *parasphenoideum*. Auf dem knorpeligen Theile des Unterkieferstieles liegt das schon von Cuvier als Träger des Trommelfelles benannte *tympanicum*, unter

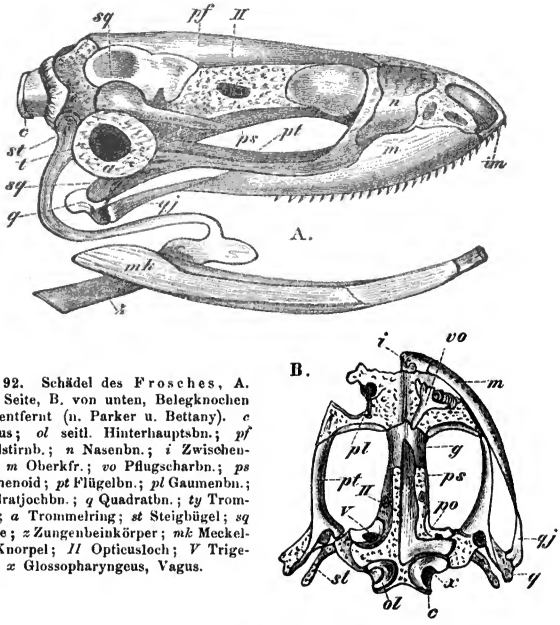


Fig. 92. Schädel des Frosches, A. von d. Seite, B. von unten, Belegknochen rechts entfernt (n. Parker u. Bettany). *c* Condylus; *ol* seitl. Hinterhauptsbn.; *pf* Scheitelstirnb.; *n* Nasenbn.; *i* Zwischenkiefer; *m* Oberkfr.; *vo* Pflugscharbn.; *ps* Parasphenoid; *pt* Flügelbn.; *pl* Gaumenbn.; *qj* Quadratjochbn.; *q* Quadratbn.; *ty* Trommelfell; *a* Trommelring; *st* Steigbügel; *sq* Schuppe; *z* Zungenbeinkörper; *mk* Meckelscher Knorpel; *II* Opticusloch; *V* Trigeminus; *x* Glossopharyngeus, Vagus.

ihm das in Fortsätze ausgehende *pterygoideum*, welches vorn an das quer gelagerte *palatinum* stösst. Noch weiter nach vorn liegt der paarige *vomer*. Zwischenkiefer und Oberkiefer bilden einen Bogen, der nach hinten bis zum Unterkieferträger durch einen Knochen, welcher theilweise auch die Gelenkfläche für den Unterkiefer bildet, vervollständigt wird, das kleine griffelförmige *quadratojugale*. Der Unterkiefer behält, wenn auch oft in geringer Ausdehnung, seine knorpelige Grundlage, und bleibt dieselbe namentlich als Gelenkverbindung mit dem Suspensorium als *articulare* bestehen.

Die Uebereinstimmung der Reptilien mit den Vögeln zeigt sich namentlich auch im Schädel. Bei beiden wird nur ein Gelenkkopf durch das *occipitale basilare* mit Hinzutreten der Seitentheile gebildet. Der Unterkiefer ist durch das Quadratbein mit

der Gehirnkapsel verbunden, zeigt auch eine gleiche Zusammensetzung, welche sich bei manchen Formen in jeder Hälfte auf 6 Stück steigert. Im Allgemeinen ist bei den Reptilien der Gesichtstheil weit mächtiger entwickelt, als die Gehirnkapsel, so dass dieselbe sogar bei den Crokodilen und Schildkröten durch Ausdehnung der Gaumen- und Stielpartie seitlich und unten fast ganz verdeckt wird. Der Vogelschädel hingegen bekommt seine characteristische Gestalt durch das verhältnissmässig weit grössere Gehirnvolumen und das Schmächtigerwerden der Kiefertheile, der Gaumentheile und des Jochbogens. Auch zeichnet sich der Vogelschädel durch eine frühe und sehr vollständige Verwachsung der die Schädelkapsel bildenden Theile aus. Hiervon abgeschen, bewegen sich die Modifikationen des Schädels der Sauropsiden hauptsächlich in der Gaumen-, Jochbogen- und Quadratbein-Gegend, und ist in dieser Hinsicht die Entfernung zwischen ächten Eidechsen und ächten Schlangen grösser als zwischen ersteren und den Vögeln. Dies vorausgeschickt, gestalten sich die Eigenthümlichkeiten und wesentlichsten Variationen der einzelnen Regionen und Theile wie folgt. Von den vier Theilen des *occipitale* nimmt bei den Schildkröten (Fig. 93) das *os superius* eine abweichende Gestalt an, indem es seitlich zusammengedrückt hinten hinaus in einen ansehn-

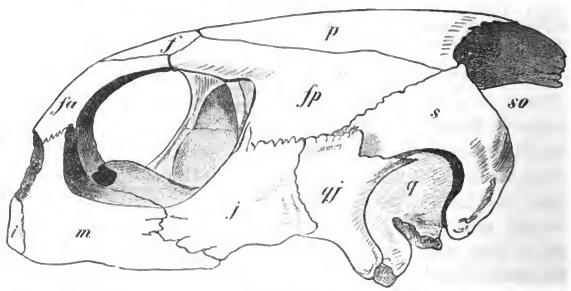


Fig. 93. Schädel der *Chelonia midas*. *so* Hinterhauptsschuppe; *p* Scheitelbein; *f* Stirnbn.; *fp* hinteres Stirnbn.; *fa* vorderes Stirnbn.; *i* Zwischenkiefer; *m* Oberkfr.; *j* Jochbn.; *qj* Quadratjochbn.; *q* Quadratbn.; *s* Schuppe.

lichen Fortsatz verlängert wird. Die die Ohrkapsel bildenden Theile lassen sich, ehe die Verschmelzungen eintreten, überall als *opisthoticum*, *prooticum* (*petrosum Autt.*) und *epioticum* unterscheiden, ohne dass eine wahre Homologie mit den gleich benannten Theilen

des Fischschädels vorliegt. Das letztere verschmilzt immer mit dem *occip. superius*, das erste bleibt bei den Schildkröten für sich bestehen. Die gänzliche Verwachsung aller dieser Theile unter sich und den Umgebungen tritt bei den Vögeln ein. Es kommt dazu ein *os squamosum*, mit welchem nach unten und aussen das *quadratum* sich in Verbindung setzt, und welches bei den Schlangen, von länglicher Gestalt, mit den benachbarten Theilen weniger fest verbunden ist.

Vom *sphenoideum* ist nur der hintere Theil ansehnlicher entwickelt; an ihn schliesst sich in der Regel ein Stiel an, auch Keilbeinschnabel genannt. Aeusserst variabel sind die Flügeltheile. Die *alae magnae* (Alisphenoide) kommen bei den Crokodilen und Vögeln, rudimentär bei den Schildkröten vor. Bei den Sauriern finden sich statt derselben theilweise ossificirte Membranen *(Columella)*. Die Schlangen haben keine Spur davon. Eigentliche *alae parvae* (Orbitosphenoide) fehlen den Reptilien. Unter den Vögeln besitzen sie nur die Strausse. (Fig. 94.)

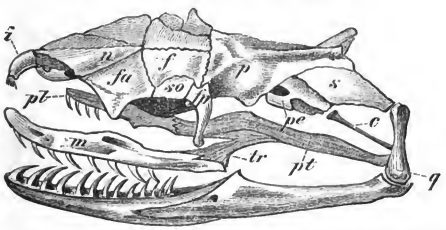


Fig. 94. Schädel von *Python*. *n* Nasenbn.; *so* Oberaugenhöhlenknochen; *pe* Felsenbn.; *c* Columella; *pt* Flügelbn.; *fr* äusseres Flügelb.; *pl* Gaumenbn.

Das *os parietale* ist einfach bei den Eidechsen, Schlangen und Crokodilen, paarig bei den Schildkröten und Vögeln.

Höchst veränderlich zeigt sich auch die Stirnregion. Eidechsen und Crokodile haben ein *frontale principale*, die übrigen ein paariges. Bei den Reptilien kommen dazu die *frontalia posteriora* und *anteriora*, letztere getrennt durch die *ossa nasalia*. Nur bei den Schildkröten, denen die Nasenbeine fehlen, stossen sie in der Mittellinie zusammen. Ein vor und seitlich von dem vorderen Stirnbein liegendes *os lacrymale* findet sich bei den Sauriern und Crokodilen und ist auch bei den Vögeln in der Regel ein beträchtlicher, die Augenhöhle vorn und oben begränzender Knochen.

Von der dem Geruchsorgan angehörigen Gruppe sind die Nasen-

beine schon erwähnt. Ein ausgebildetes knöchernes *ethmoideum* fehlt den Reptilien. Das Siebbein der Vögel ist eine grosse unpaarige, mitunter auf der Schädeloberfläche zu Tage tretende Platte, welche namentlich zur Bildung der Augenhöhlenscheidewand beiträgt. Unbedeutender sind die von dem vorderen Rande der Mittelplatte ausgehenden Seitentheile des Riechbeines. Eine Eigenthümlichkeit der Nasenbeine der Vögel besteht darin, dass sie theilweise, seltner völlig durch den mittleren aufsteigenden Ast des Zwischenkiefers getrennt werden. Der *vomer* zerfällt bei den meisten Reptilien — den Crokodilen fehlt er — in zwei seitliche Hälften. Nur bei den Cheloniern ist er unpaar, ebenso bei den Vögeln, unter denen jedoch mehrere straussenartige (z. B. *Dromaeus novae Hollandiae)* die ursprüngliche Trennung erkennen lassen.

Nie fehlt den Reptilien und Vögeln das dem unteren Theile des *palato-quadratum* der niederen Wirbelthiere entsprechende *os quadratum*, welches, ob beweglich oder unbeweglich, oben sich mit dem als *squamosum* bezeichneten Knochen verbindet, unten die Gelenkfläche für den Unterkiefer bietet. Zugleich ist es auch durch den Jochbogen oder den Gaumenapparat oder beide zugleich mit dem Oberkiefer in Verbindung. Bei den Crokodilen, Schildkröten und vielen Eidechsen ist das Quadratbein unbeweglich, bei den Schlangen und Vögeln in Gelenkverbindung mit jenen Knochen. Die eine Knochengruppe also, welche aussen am Schädel verläuft, der Jochbogen besteht vollständig aus dem an das Quadratbein anstossenden Quadratjochbein (dem *os quadrato-jugale*) und dem *os jugale.* Die Verbindung beider Theile unter einander, des Jochbeins mit dem Oberkiefer und des Quadratjochbeins mit dem Quadratbein ist bei den Crokodilen und Cheloniern eine sehr feste. Bei den Crokodilen legt sich das Quadratjochbein an die ganze äussere vordere Kante des Quadratbeins, und dieselbe Lage hat es bei den Seeschildkröten; dagegen ist es bei den Landschildkröten an den oberen, vorderen Theil des Quadratbeins gerückt.

Bei den Eidechsen tritt allmälig eine Verkümmerung des Jochbeins ein. Nur einzelne, wie *Stellio,* haben Jochbein und Quadratjochbein vollständig, dann löst sich das Jochbein vom Quadratjochbein los, bei *Monitor,* und der Uebergang zu den Schlangen ist vollendet durch *Gecko,* wo beide, den Schlangen gänzlich mangelnde Knochen sehr rudimentär sind oder auch fehlen. Bei den Vögeln erscheint der Jochbogen als ein dünner langer Stiel, durch welchen

bei der Vorwärts- und Aufwärtsbewegung des unteren Endes des Quadratbeins auch der Oberkiefer mit gehoben wird.

Die Flügel- und Gaumenbeine, *ossa pterygoidea* und *palatina*, treten mit der Schädelaxe und unter sich mit ihrem inneren Rande in feste Verbindung, wogegen bei Sauriern und Schlangen die Befestigung an Keilbein und Pflugscharbein sehr gering wird oder wegfällt, und sie dann lediglich als Verbindung des Oberkiefers mit dem Suspensorium des Unterkiefers dienen. Bei den Sauriern, Schlangen und Crocodilen tritt mit wenigen Ausnahmen, ausser dass das Gaumenbein zum Oberkiefer geht, noch ein Zwischenglied zwischen Oberkiefer und Flügelbein auf, das *os transversum* s. *pterygoideum externum*. Bei einigen Schildkröten *(Testudo, Trionyx)* berührt das Flügelbein selbst das hintere Ende des Oberkiefers. Bei den Schlangen, denen Joch- und Quadratjochbein fehlen, ist der Gaumenbogen die einzige bewegliche und verschiebbare Brücke zwischen Oberkiefer und Quadratbein geworden.

Auch bei den Vögeln sind die Verbindungen, welche die beiden Theile des Gaumenbogens eingehen, nur lose. Das Flügelbein geht vom Quadratbein zur Schädelaxe, das Gaumenbein von hier zum Oberkiefer an einen nach innen gerichteten Fortsatz des Oberkiefers. Bei den meisten straussartigen Vögeln — nicht beim Strauss — tritt jedoch der *vomer* zwischen das vordere Ende des Flügelbeins und das hintere des Gaumenbeins einerseits und den Keilbeinschnabel, während bei den anderen die Gaumen- und Flügelknochen direkt mit dem Keilbeinschnabel artikuliren. (Fig. 95.)

Von den Oberkiefertheilen ist meist das *maxillare* der Hauptknochen. Nur bei den Vögeln wird er vom *intermaxillare* übertroffen. Das letz-

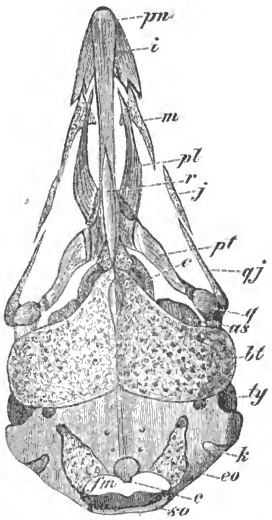


Fig. 95. Schädel des Hühnerembryo, gegen 10 Tage, von unten (n. Parker u. Bettany). *fm* Hinterhauptloch; *c* chorda; *eo* seitl. Hinterhauptsbein; *k* hinterer halbcirkelförm. Kanal; *ty* Paukenhöhle; *bt* grosser Schläfenknorpel; *as* Keilbeinknorpel; *r* Keilbeinschnabel, dahinter die Verknöcherungspunkte des Keilbeins; *pm* Praenasalknorpel.

tere ist bei den Crokodilen und Schildkröten (mit Ausnahme von *Chelys)* paarig, bei den übrigen Reptilien (mit Ausnahme der Scincoiden) und den Vögeln verschmelzen die beiden Hälften. Der Zwischenkiefer der Vögel sendet ein Paar Fortsätze zwischen die Nasenbeine bis zur Stirn.

Auch in der Zusammensetzung des Unterkiefers herrscht zwischen Reptilien und Vögeln die grösste Uebereinstimmung. Er besteht aus folgenden Stücken, welche bei den Vögeln verschmelzen: 1) das Zahnstück, *os dentale;* 2) das Gelenkstück, *os articulare;* 3) das hintere Ausfüllungsstück, *os angulare;* 4) das äussere Ausfüllungsstück, *os supraangulare;* 5) das innere Ausfüllungsstück, *os operculare;* 6) das Kronenstück, *os complementare.* Von diesen Knochen fehlen den Schlangen, namentlich den giftigen, mehrere. Bei den *Eurystomi* sind die Kieferäste nur durch Band mit einander verbunden. Von den besprochenen Theilen des Reptilien- und Vogel-Schädels erweisen sich als Deckknochen das: *parietale, squamosum, frontale, postfrontale, vomer, nasalia, lacrimalia, jugale, quadradojugale, maxillare, intermaxillare.* Von dem knorpeligen *maxillare inferius,* dem Meckelschen Knorpel, rührt das *articulare* her. Die übrigen Theile sind Belegstücke, durch welche der Knorpel nach und nach verdrängt wird.

Bei den Säugethieren ist die Betheiligung von Belegknochen an der unmittelbaren Umschliessung des Gehirns noch beträchtlicher, als bei den vorhergehenden Klassen, was durch den unvollständigen Zustand des Primordialcraniums herbeigeführt wird. Charakteristisch ist die feste Verbindung der Gesichtsknochen unter sich und mit der Schädelkapsel, die Reduktion des Jochbogens auf das Jochbein und die Verwendung des oberen Theiles des Meckelschen Knorpels zur Bildung des äusseren Gehörknöchelchens, des Hammers. Ein besonderes Quadratbein gliedert sich vom Gaumenbogen nicht ab [1]).

Von den 4 Theilen des Hinterhauptbeins geben die zwei seitlichen die *condyli occipitales* ab und wachsen häufig (z. B. Schwein) in *processus paramastoidei* aus. Das *sphenoideum* besteht allgemein aus zwei Theilen, dem *sph. posterius* und *anterius;* jenem gehören die *alae magnae* s. *temporales,* diesem die *alae parvae* s. *orbitales* an.

1) Die Angaben, dass das Quadratbein der niederen Wirbelthiere im Ambos der oder einiger Säuger wiederkehre, muss wohl von neuem geprüft werden. S. u. S. 267.

Das Siebbein bildet durch die gewöhnlich mehr als beim Menschen entwickelte Siebplatte den vorderen Schluss der Schädelhöhle. Mit Ausnahme der Affen und einiger Gürtelthiere fehlt die Orbitalplatte des Siebbeins, das sogenannte *os planum* oder die *lamina papyracea.* Sehr mannigfaltig sind die vom Siebbein ausgehenden Muschelbildungen und die mit der Hauptplatte wechselnde Stellung der Nasenscheidewand, an welche sich das Pflugscharbein anschliesst.

Die Scheitelbeine werden selten dadurch, dass sich Stirnbein und Hinterhauptschuppe berühren, von einander gedrängt, wie bei den Cetaceen. Sehr häufig ist noch ein Zwischenscheitelbein, *interparietale,* vorhanden, was sich als Schaltknochen namentlich bei Nagern und Wiederkäuern zwischen die Hinterhauptsschuppe und die Scheitelbeine einschiebt. Das Stirnbein besteht immer aus zwei Hälften, welche nicht selten, am vollkommensten bei den Affen, wie beim Menschen zu einer Platte verschmelzen. Viele Veränderungen bieten die Nasenbeine dar; sie sind bei den meisten Ordnungen von beträchtlicher Länge, bei den Cetaceen aber mit der Verkümmerung und Umgestaltung des Geruchsorganes auf ein Paar kleine, die Nasenhöhle nicht mehr deckende Platten reducirt. Auch die Thränenbeine variiren sehr. Es fehlt den Robben und ist bei *Manis* innig mit dem Oberkiefer verwachsen, bei den Delphinen mit dem Jochbein. Nach anderen Angaben fehlt es auch den Delphinen.

Die Partie des Säugethierschädels, welche man gewöhnlich als die Schläfenbeingruppe bezeichnet, ist aus sehr verschiedenen Bestandtheilen zusammengesetzt. Die das innere Ohr umschliessenden Partieen, knorpelig angelegt, bilden das Felsenbein mit seinem Anhange dem Zitzenfortsatz, *processus mastoideus.* Letzterer kann ganz fehlen, so bei den Monotremen und ächten Cetaceen. Dazu kommt als Belegknochen der das Trommelfell ausspannende Trommelknochen, *os tympanicum,* durch dessen Auftreibung die besonders bei Nagern und reissenden Thieren sehr beträchtliche *bulla ossea* entsteht. Auch die Schuppe, welche bei keinem Säuger so ausgedehnt, wie beim Menschen, zur Ergänzung der Schädelwandung beiträgt, ist, wie überall, Belegknochen. Sie giebt die Gelenkfläche für den Unterkiefer und verlängert sich in einen Jochfortsatz.

Ein dem Quadratjochbein entsprechender Theil fehlt den Säugethieren. Dagegen ist die Verbindung des Oberkiefers mit dem Joch-

fortsatz der Schläfenschuppe durch das Jochbein sehr constant, und nur einige Edentaten, deren Jochbein nicht bis zum Schläfenbeine reicht, und einige Andere *(Centetes, Manis, Sorex)*, die gar kein Jochbein haben, machen eine Ausnahme. Die Verbindung des Jochbeins mit dem Jochfortsatze des Stirnbeins kommt, ausser beim Menschen, auch bei den Affen, den Ein- und Zweihufern u. a. vor. Die Lagerung des Gaumenbogens zur Schädelaxe und der oberen Kinnlade erinnert an die Crokodile. Beim Menschen ist das Flügelbein (als *ala pterygoidea interna*) sehr eng mit dem Flügelfortsatz des Keilbeins verbunden und hat überhaupt eine sehr geringe Ausdehnung. Ein ähnliches Verhalten zwischen beiden Theilen findet bei den Affen und Halbaffen statt. Auch bei den Pachydermen tritt das Flügelbein gegen den Flügelfortsatz zurück. Bei den Wiederkäuern, zu welchen das Pferd führt, halten sich Flügelbein und Flügelfortsatz schon die Wage, und in der Ordnung der Nager (z. B. bei *Castor, Hystrix*) nimmt der Flügelfortsatz im Gegensatz zum Flügelbein mehr und mehr ab, bis er bei den Beutlern ganz rudimentär wird oder verschwindet. So ist es auch bei den meisten Fleischfressern. Die Edentaten und Monotremen haben keine Spur von Flügelfortsätzen. Das Gaumenbein wird bei den Säugern mehr äusserlich sichtbar, als beim Menschen; in dem Maasse, als das Flügelbein sich von dem Oberkiefer entfernt, und je grösser diese Entfernung ist, desto niedriger pflegen beide Knochen zu werden. In Bezug auf die Höhe der Knochen schliessen sich daher an den Menschen der Elephant, das Känguruh, die pflanzenfressenden Cetaceen an. Grösse und Ausdehnung des Oberkiefers richtet sich in der Regel nach der Bezahnung (vergl. jedoch *Myrmecophaga)*. Zwischen seine beiden Theile ist vorn der ebenfalls immer paarige Zwischenkiefer, der Träger der Schneidezähne, eingeschoben, sein Umfang hält daher auch mit der Entwicklung dieser Zähne gleichen Schritt. Nur bei den meisten Affen und dem Menschen verwächst er in der Mitte und mit dem Oberkiefer.

Höchst interessante Resultate ergeben sich aus der Vergleichung des Schädels des jungen Thieres mit dem des alten. Die noch mangelhafte Bezahnung bedingt ein Zurücktreten des ganzen Gesichtstheiles. Die Schädelkapsel ist anfangs abgerundeter, und erst mit zunehmendem Alter, mit der allmäligen Entfaltung des Gebisses treten in Folge der mechanischen Wirkungen der Muskeln jene Leisten und Kämme hervor, die Zeichen der Kraft und Wild-

heit, welche zum Theil im Zustande der Zähmung eine Rückbildung erleiden. Andere sehr bemerkenswerthe Verschiebungen betreffen namentlich die Scheitel-Hinterhauptsgegend. Wale. Rind.

Visceralskelet (Zungenbein und Kiemenapparat). Der Eingang der Verdauungshöhle wird von einer, bei den Fischen zahlreicheren (6—8), bei den höheren Wirbelthieren auf 3 reducirten Reihe von Bogenpaaren umgeben und gestützt, welche nach der Beschaffenheit des übrigen Skelets knorpelig oder knöchern sind und ursprünglich alle der Respiration dienten, wenn sie auch bei Reptilien, Vögeln und Säugern diese Beziehung gänzlich aufgegeben haben und bloss als Erbtheil aus niederen Zuständen zu neuen Funktionen übergegangen sind. (Fig. 96.)

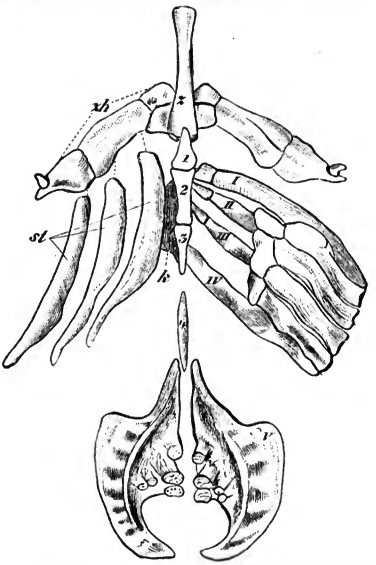


Fig. 96. Zungenbein und Kiemenapparat des Karpfen (n. Brühl); links sind die Kiemenbogen, rechts die Kiemenhautstrahlen weggelassen. *z* Zungenbeinkörper; *zh* Zungenbeinhorn mit dem paarigen Basalstück; *st* Kiemenhautstrahlen; *k* Zungenbeinkiel; 1 2 3 4 Körperstücke der Kiemenbogen; *I II III IV* Kiemen tragende Bogen; *V* fünfter Kiemenbogen oder untere Schlundknochen.

Dass auch der erste Visceralbogen, welchen wir schon oben, da er in engen Zusammenhang mit dem Schädel getreten, behandelt haben, gleich den hinteren im Dienste der Athmung stand, folgert Gegenbaur aus dem Vorkommen des „Spritzloches" bei Selachiern und Ganoiden, als einer rudimentären Kiemenspalte und der daran befindlichen rudimentären Kieme. Aus dem zweiten Visceralbogen ist das Zungenbein und die dasselbe an der Schädelbasis befestigenden Zungenbeinbogen hervorgegangen. Sein oberer Theil ist oben bei den Knochenfischen ebenfalls schon erwähnt, als ***hyomandibulare***. Er ist aber bei den

Selachiern und Chimären noch selbstständig und „besitzt noch seine ursprüngliche Bestimmung als kiementragender Skelettheil, indem von ihm ausgehende, in Radien getheilte Knorpelplättchen die Vorderwand der ersten Kiementasche stützen. Diese Beziehung ist sowohl bei den Ganoiden als Teleostiern zurückgetreten, da jene Kieme auf dem Kieferstiel oder vielmehr auf dem damit verbundenen Opercularapparat sich gelagert hat, und als Kiemendeckelkieme nur bei Ganoiden respiratorische Funktion behält" (Gegenbaur). Die auf dem Zungenbeinbogen der Knochenfische und Ganoiden sitzenden, die Kiemenhaut ausspannenden Knochenstrahlen — *radii branchiostegi* — erscheinen daher als Homologa jener Knorpelplättchen der Selachier, und als eine solche, den Kiemenhautstrahlen gleiche Bildung kann dann auch das dem *hyomandibulare* aufsitzende *operculum* der Ganoiden und Knochenfische angesehen werden. Auch die folgenden Kiemenbogen, *arcus branchiales,* der Fische sind in der Mittellinie unten durch unpaare, dem Zungenbeinkörper entsprechende Stücke, *copulae,* vereinigt. Es sind deren fünf; das letzte Paar trägt aber keine Kieme, sondern fungirt, gewöhnlich mit Zähnen bewaffnet, als ein Kauapparat, untere Schlundknochen, *ossa pharyngea inferiora. Ossa pharyng. superiora* werden die oft durch starke Bewaffnung ausgezeichneten oberen Abschnitte der vorhergehenden Kiemenbogen genannt.

Die Amphibien zeigen als Wasser athmende Larven und Perennibranchiaten, wo mit dem Zungenbein der Kiemenapparat verbunden ist, grosse Aehnlichkeit mit den Fischen. Auch bei ihnen sind einige, später eng mit dem Schädel verbundene Theile, *quadratum* und später Meckelscher Knorpel, aus einem ersten Visceralbogen entstanden. Mit dem Uebergang zur Luftathmung tritt eine Reduktion des ganzen Kiemenapparates ein und es bleiben von den Kiemenbogen höchstens ein Paar stielförmige Rudimente am Zungenbeinkörper sitzen. Durch Uebertragung solcher Zustände im Wege der abgekürzten Vererbung erklären sich die „Kiemenbogen" und „Kiemenspalten" der nie Kiemen tragenden höheren Klassen. Wenn bei ihnen mehrere Paare von Zungenbeinhörnern sich finden, so sind diese ebenfalls auf solche vererbte Kiemenbogen zurückzuführen.

Die Reptilien bieten hinsichtlich der Form und Ausdehnung des Zungenbeinkörpers und der Anzahl der Hörner sehr viele Verschiedenheiten dar. Bei den Schlangen, deren Zunge in einer Scheide liegt, finden sich nur Spuren des Zungenbeins als zwei zur Seite

der Scheide liegende und sich vorn vereinigende Knorpelstreifen. Die Saurier und Schildkröten haben meist mehrere, die Crokodile nur ein Paar Hörner.

Das Zungenbein der Vögel ist nach einem sich ziemlich gleichbleibenden Typus gebaut. An den einfachen länglichen Zungenbeinkörper schliessen sich vorn gewöhnlich die paarigen, mehr oder minder mit einander verschmolzenen *ossa entoglossa* an (als deren Aequivalent bei den Säugethieren die sogenannte *lytta* anzusehen). Nach hinten verlängert sich der Körper in den Stiel. Die beiden aus zwei bis drei Segmenten bestehenden Hörner, vom ersten Kiemenbogen stammend, werden bei einigen Vögeln auffallend lang, indem sie sich über den Schädel herum bis zu den Nasenbeinen und dem Oberkiefer biegen (Specht, Wendehals, Kolibri).

Der Zungenbeinkörper der Säugethiere wird von zwei Paar Hörnern getragen. Er ist sehr verschieden gestaltet. Eine der abweichendsten Formen hat *Mycetes*, wo er zur Aufnahme eines vom Kehlkopf ausgehenden Sackes ausgehöhlt ist. Die vorderen, den Körper an die *pars petrosa* des Schläfenbeins heftenden Hörner haben zwei bis drei Segmente, deren letztes als *processus hyoideus* mitunter (Mensch, Orang) mit dem Schädel verwächst. Die hinteren, auch zuweilen (bei Nagern, Cetaceen, Edentaten) fehlenden Hörner sind gewöhnlich einfach und stehen mit den oberen Hörnern des Schildknorpels in Verbindung. Sie gehören ursprünglich dem 1. Kiemenbogen an.

Von den Amphibien aufwärts ist übrigens der obere Theil des zweiten Visceralbogens zur Bildung des Stieles der Platte — Steigbügel — verwendet, welche die *fenestra ovalis* des Vorhofes des Gehörlabyrinthes schliesst. Etwas verändert wird dieses Verhältniss bei den Säugern, wo auch der Ambos aus dem oberen Theile des Zungenbogens hervorgeht.

Die Vergleichung des Schädels mit der Wirbelsäule.

Zuerst hat J. P. Frank[1]) den Schädel mit der Wirbelsäule verglichen. Er sagt: *In ea semper opinione versatus sum, quamcunque spinalis columnae vertebram pro parvo eodemque transverso cranio esse considerandum.* Und ferner spricht er von der *extrema*

1) *Delectus opusculorum academicorum.* 1792.

et ex omnibus maxime conspicua mobilissimaque vertebra, quam calvariam appellamus.

Eine eigentliche Schädel-Wirbel-Theorie ist aber erst 1807 von Oken aufgestellt, nachdem Goethe schon seit vielen Jahren ganz ähnliche Ideen bei sich hatte reifen lassen. So lange die Entwicklungsgeschichte nicht mit sprach und die Vergleichung vorzugsweise die oberen Klassen berücksichtigte, waren selbstverständlich die Deutungen der grössten Unsicherheit und Willkür ausgesetzt, wie vor allem die der Geschichte angehörigen Versuche der Oken'schen Schule zeigen. Erst mit den Fortschritten der Entwicklungsgeschichte und der Histiologie schien die Schädel-Wirbeltheorie eine sichere Grundlage zu bekommen, vornehmlich als man gefunden zu haben glaubte, es sei der Schädel aus zwei ganz wesentlich verschiedenen Knochengattungen, den primären, aus Knorpel entstehenden, und den secundären, ohne knorpelige Grundlage, zusammengesetzt. In den ersteren allein sollten Aequivalente und Homologa von Wirbeln gefunden werden können. Jetzt ist die Genesis der Knochen für die höheren Vertebraten wenigtens dahin aufgeklärt[1]), dass in so weit ein principieller Unterschied zwischen primären und secundären Knochenbildungen gar nicht stattfindet, als nie aus dem Knorpel sich Knochen bildet, letzterer sich nur an die Stelle des sich auflösenden Knorpels setzt, und dass unter allen Umständen das Knochengewebe aus wesentlich gleicher Neubildung, der osteogenen Substanz (Osteoblasten) hervorgeht, mag dabei Knorpel zu Grunde gehen oder nicht. Dennoch lässt sich unter einem neuen Gesichtspunkte (O. Hertwig) der Gegensatz festhalten. Da, wie unten näher hervorzuheben, Schuppe und Zahn identisch, und sich theils direct nachweisen theils schliessen lässt, dass nach aussen gelegene Deckknochen aus Schuppen, die Deckknochen der Mundhöhle aber aus der Verschmelzung von Basaltheilen von Zähnen mit späterem Abortivwerden der Zähne selbst hervorgegangen sind: so erscheinen die ossificirten Abschnitte des Primordialcraniums als scharf davon getrennt; und unter diesen Voraussetzungen kann man primäre und secundäre Knochen unterscheiden.

Allein auf diesem Wege kam man nicht zum Ziel; und wiederum ist es Gegenbaur, welcher diesen Nachweis geliefert und ganz neue Gesichtspunkte eröffnet hat, nachdem Huxley die bis-

1) N. a. durch Gegenbaur. Ueber primäre und secundäre Knochenbildung mit besonderer Beziehung auf die Lehre vom Primordialcranium. Jenaische Zeitschrift III.

herige Anschauungsweise erschüttert. Der wichtigste und auch sofort einleuchtende Einwand gegen die alte Schädel-Wirbel-Theorie ist, dass nie eine Segmentirung oder Metamerenbildung im Primordialcranium erfolgt wie in der knorpeligen Wirbelsäule. Die Wirbelähnlichkeit gewisser Abschnitte gerade des Säugethierschädels, während die niederen Klassen wenig oder nichts davon zeigen, ist eine zufällige. „Jene Segmentirung erscheint als ein durch die Ossification gegebener Zustand, und dass diese zu jenen (wirbelkörperähnlichen) Formen *(occipitale basilare, sphenoidalia)* führt, ist in den Wachsthumsgesetzen des Schädels zu suchen, die eine gleichartige Vergrösserung bedingen und damit eine Wiederholung von Knochenkernen sowohl in der Grundfläche als in den Seitenwandungen." Indem er auf die Zusammenziehung und Verschmelzung von Metameren im Kopf der Arthropoden hinweist und auf das Vorhandensein der Visceralbogen als den Rippen entsprechender Bildungen, schliesst Gegenbaur weiter, dass wir in dem ungetheilten Primordialcranium einen solchen später erworbenen und vererbten Zustand zu erblicken haben, dessen mit der Wirbelsäule übereinstimmender Vorläufer aber bei den heutigen Wirbelthieren ganz übersprungen wird. Es „bezeugen die Bogen des Visceralskelets die primitive Zusammensetzung des Schädels aus einer Mehrzahl von Abschnitten, die als Wirbeläquivalente aufzufassen sind." Weitere Aufschlüsse sind durch das Studium der Hirnnerven und ihrer Austrittsstellen aus dem knorpeligen und knöchernen Schädel zu erwarten.

Muskelsystem[1]). Die Entwicklung der Muskulatur richtet sich im Allgemeinen nach derjenigen des Skelets, so dass, wo homologe Skelettheile nachgewiesen sind, auch die homologen Muskeln sich finden. Nicht immer jedoch ist mit der Reduktion und Verkümmerung von Skelettheilen eine gleiche Verkümmerung der entsprechenden Muskeln verbunden, wie sich z. B. an den Extremitäten der Saurier zeigt, auch kann bei völliger oder fast völliger Gleichheit der Knochen eine Verschiedenheit der Muskulatur vorhanden sein, wie z. B. von den Muskeln des Menschen und der Saurier die des ersteren am Brustgürtel, die der letzteren am Beckengürtel entwickelter sind. Es empfiehlt sich auch hier, nicht das ganze

1) Die folgende Darstellung ist in vielen Stücken veraltet. Die wichtigste, auf vergleichender Embryologie beruhende Grundlegung einer erneuerten Muskellehre ist in Götte's „Entw. d. Unke" Abschn. VIII enthalten. Dazu Schneider, Beiträge z. vergl. Anat. und Entwicklungsgesch. d. Wirbelthiere. Berlin 1879.

Muskelsystem nach der Klasse durchzugehen, sondern einige der hauptsächlichsten Modifikationen und Abweichungen sich von selbst sondernder Muskelgruppen durch die einzelnen Klassen hindurch zu verfolgen.

Hautmuskeln.

Bei den Wirbelthieren findet sich das System der Hautmuskeln nirgends in der Art ausgeprägt, wie es für sehr viele Würmer und die Mollusken charakteristisch ist, dass nämlich mit der Hautbedeckung selbst, mit der *cutis*, ansehnliche Muskelstraten innig verwebt sind. Vielmehr liegen hier die Hautmuskeln immer unter der Haut, mit der sie sich nur stellenweise verbinden; sie sind dünn und gehen oft, namentlich bei den Säugethieren, in grosse Aponeurosen über.

Bei den ungeschwänzten Batrachiern sind als Hautmuskeln einige Anspanner der Rückenhaut zu nennen *(pubio-dorso-cutané* und zwei *coccy-dorso-cutanés* Duj.). Die meisten Hautmuskeln unter den Reptilien haben die Ophidier, wo sie sich theils von den Rippen nach den Schuppen begeben, theils die Bauchschuppen und Seitenschuppen unter einander verbinden, theils auch von dem vorderen zum hinteren Rande einzelner Schuppen gehen und zur Krümmung derselben dienen.

Bei den Vögeln finden sich ausgedehnte, dünne Hautmuskeln, welche die Haut contrahiren und die Federn sträuben. Namentlich bei den Wasservögeln treten an die Conturfedern je vier bis fünf kleine Muskeln, um dieselben allseitig zu bewegen. Auch die Muskeln der Flughaut *(m. m. patagii)*, langer und kurzer Spanner der vorderen Flughaut und der Spanner der hinteren Flughaut, sowie der Aufrichter der Steuerfedern am Schwanze *(m. levator rectricum)* gehören hierher.

Rippenheber. Interprocessual- und Intercostalmuskeln.

Bei den Fischen lassen sich diese Muskeln als eigene Systeme nicht unterscheiden; bei den übrigen Wirbelthieren richten sie sich nach dem Vorhandensein der Rippen und der Beweglichkeit der Wirbelsäule und der Rippen. So fehlt den Cheloniern das System der *levatores costarum* und der *m. m. intercostales*, welche dagegen bei den Schlangen ausserordentlich entwickelt und vervielfältigt sind. Als Analogon der Rippenheber finden sich am Halse

der Vögel kleinere von den Querfortsätzen zu den Rippenrudimenten (s. ob.) gehende Muskeln. Bei der Festigkeit des Rumpftheiles der Vögel sind auch die entsprechenden Interprocessualmuskeln nicht sehr entwickelt.

Zu den Intercostalmuskeln ist der *m. rectus abdominis* zu rechnen, zwischen dessen Bäuchen da, wo sonst in der Regel die *inscriptiones tendineae* sich finden, beim Crokodil die Bauchrippen liegen. Die Ausbreitung dieses, den Fischen und Cheloniern fehlenden Muskels kann eine sehr bedeutende sein; er kann sich da, wo das Brustbein fehlt, z. B. bei den Myxinoiden, die keinen Bauchtheil des Seitenmuskels haben und ausnahmsweise unter den Fischen den *rectus* besitzen, vom After bis zum Zungenbein erstrecken und fungirt somit unmittelbar als *sternohyoideus*.

Bauchmuskeln.

Auch die Ausdehnung der übrigen eigentlichen Bauchmuskeln, nämlich der *m. m. obliqui externus* und *internus, transversus* und *pyramidalis* ist zum Theil eine viel grössere, als die menschliche Anatomie lehrt, indem bei den Sauriern sowohl die schiefen Bauchmuskeln als der quere theilweise die Brusthöhle überziehen. Den Fischen fehlen diese Muskeln gänzlich, mit Ausnahme der Myxinoiden, die ausser dem geraden auch einen schiefen Bauchmuskel besitzen. Der *transversus* fehlt den Ophidiern, der *pyramidalis* fast allen Amphibien und Reptilien.

Die Vögel stimmen ziemlich mit den Säugern überein; bei beiden ist in der Regel der *pyramidalis* nicht vorhanden. Die Beutler haben ihn jedoch ausserordentlich entwickelt.

Das Zwerchfell ist, ausser bei den Säugethieren, die es vollständig besitzen, nur rudimentär vorhanden oder gar nicht. Rudimentär haben es die Chelonier. Das rudimentäre Zwerchfell der Vögel, der sogenannte Lungenmuskel, ist bei den eigenthümlichen Athemvorrichtungen von grosser Wichtigkeit; es dient theils dazu, während des Flügelschlags die unter der Lunge gelegenen Luftsäcke von der Lunge abzuhalten, theils die Oeffnungen der Luftsäcke in die Lunge mehr oder weniger zu verschliessen. Zu einer die Brust- oder Bauchhöhle trennenden Querscheidewand wird das Zwerchfell erst bei den Säugethieren. Merkwürdig sind die im Zwerchfelle einiger Säugethiere, namentlich des Kameels, vorkommenden Verknöcherungen.

Die Muskeln der unpaaren Flossen.

An den unpaaren Flossen der Fische hat man zweierlei Muskeln zu unterscheiden: ein oder mehrere dicht neben der Mittellinie verlaufende kleinere Paare, welche sich an die Flossenträger setzen und zum Heben und Senken der Flossen dienen, und dann eigene Muskeln für die Flossenstrahlen, welche als Seitwärts-, Vorwärts- und Rückwärtszieher wirken. Die Afterflosse wird vorzüglich von Seitwärtsziehern bewegt.

Schulter-, Becken- und Extremitätenmuskeln.

Noch weniger als die Knochen lassen sich die Muskeln der paarigen Giedmaassen der Fische auf die Muskeln derselben Gegenden bei den übrigen Klassen zurückführen. Sie beschränken sich auf einige Heber und Niederzieher, Rückwärtszieher und Strecker; kleinere, zwischen den Flossenstrahlen befindliche Muskeln nähern diese einander.

Im Uebrigen aber ist schon sowohl bei den Amphibien und Reptilien, abgesehen von denjenigen mit kleinen oder verkümmerten Extremitäten, als bei den Vögeln die Anordnung der Muskulatur vorhanden, die wir beim Säugethiere und beim Menschen finden. Was nun *a*) die Muskeln der Schultern und der vorderen Gliedmaassen anbetrifft, so lässt sich Folgendes bemerken:

Die Schultermuskeln sind bei den Amphibien, namentlich den geschwänzten, sehr einfach und bestehen in einem oder mehreren Vorwärtsziehern oder Hebern und Rückwärtsziehern, als deren Antagonisten. Am einfachsten verhält sich *Proteus*, der nur einen Vorwärtszieher (zugleich Heber) und einen Rückwärtszieher besitzt. Bei den ungeschwänzten Batrachiern kommen gewöhnlich drei Vorwärtszieher und zwei Rückwärtszieher vor. Jene entsprechen den *m. m. cucullaris*, *rhomboides* und *levator scapulae*; diese den *m. m. serratus anticus* und *pectoralis minor* s. *serratus anticus minor*. Bei den höheren Klassen hat der *omohyoideus* seine Rolle getauscht; er ist nicht, wie bei den Amphibien Vorwärtszieher der Schulter, sondern Rückwärtszieher des Zungenbeins.

In Bezug auf Anordnung und Zahl der Muskeln des Oberarms, Vorderarms und der Hand zeigen die Amphibien vielfache Verschiedenheiten. Am einfachsten verhält es sich wiederum mit den geschwänzten Batrachiern. Am Oberarm vollständiger Glied-

maassen kann man (nach Meckel) unterscheiden einen Vorwärtszieher (*deltoideus*), Auswärtszieher (*scapularis*), zwei Rückwärtszieher (*pectoralis maior* und *latissimus dorsi*) und einen Einwärtszieher (*coracobrachialis*). Der Vorderarm hat gewöhnlich mehrere Strecker und Beuger, Anzieher und Abzieher.

In der Muskulatur der Schulter gleichen die Vögel sehr den Sauriern. Einzelne Muskeln werden für den Flug von besonderer Wichtigkeit, so der *latissimus dorsi*, der den Rumpf von hinten nach vorn hebt und den Vogel während des Flugs in die horizontale Lage versetzt. Den Oberarm bewegen acht Muskeln, unter denen der *pectoralis maior* bei guten Fliegern oder auch bei den Vögeln, welche kurze Flügel haben, sich durch seine Stärke auszeichnet; den Vorderarm neun. Ausserdem wirken auf Mittelhand und Finger nicht weniger als sechzehn Muskeln.

Bei den Säugethieren kommen von Schultermuskeln gewöhnlich vor der *cucullaris, levator scapulae,* der oder die *rhomboidei, serratus anticus maior* und *minor*, *subclavius*. Auch die Muskulatur des Oberarms ist noch ziemlich übereinstimmend, am Unterarm aber und an der Hand treten namentlich bei den Hufthieren grosse Vereinfachungen ein.

Wenden wir uns nun *b*) zu den Muskeln des Beckens und der hinteren Extremitäten, so hat man bei den Amphibien und Reptilien auch diese ohne Schwierigkeit nach den entsprechenden der höheren Klassen benennen können. Den Vögeln fehlen von den Beugern des Oberschenkels der *psoas* und *iliacus internus*. Die Muskeln des Unterschenkels sind, mit denen der Saurier verglichen, weniger zahlreich, indem sich mehrere dort getrennte Muskeln vereinigt haben. Die Muskeln des *metatarsus* und der Zehen haben sehr lange Sehnen bei kurzen, sich hoch ansetzenden Bäuchen. Diese Sehnen sowohl, als die der Flügel haben die Neigung zum Verknöchern.

Die Muskeln am Becken und an den hinteren Extremitäten der Säugethiere zeigen, wenn auch nach einem Typus geordnet, doch mannigfache Abweichungen. Diese beziehen sich, wie bei den Vordergliedmaassen, namentlich auf die unteren Partieen.

Gesichtsmuskeln.

Eigentliche Gesichtsmuskeln fehlen den Fischen. Bei den Amphibien finden sich mehrere Expansoren und Constrictoren der Nasenlöcher. Auch die Vögel haben keine den Gesichts- und

Lippenmuskeln des Menschen analogen Muskeln, und es schliesst sich ihnen der *Ornithorhynchus* an. Bei den meisten übrigen Säugethieren sehen wir mehrere Gesichtsmuskeln, namentlich die zur Bewegung der Lippen bestimmten. Der *buccinator* ist bei den mit Backentaschen versehenen Thieren sehr gross. Indess erreicht kein Säugethier den Menschen an Sonderung der Gesichtsmuskeln, deren mimische Wirkung bei jenen auch durch den über sie ausgebreiteten Hautmuskel geschwächt wird.

Kaumuskeln.

Die Kaumuskeln zeigen sehr allgemein denselben Plan, der aber durch die Freibeweglichkeit der Unterkieferhälften und des Oberkiefers, sowie durch die Ausdehnung und Beweglichkeit des Gaumenapparates und des Unterkiefersuspensoriums modificirt wird. So liegt auf den letzteren Knochen bei den Knochenfischen eine Muskelmasse, welche sich mit einer Sehne an den Oberkiefer, mit der andern am Kronenstück des Unterkiefers ansetzt. Bei den Amphibien und Reptilien lassen sich zwei Kaumuskeln, ein äusserer, (*masseter* und *temporalis*) und ein innerer *(pterygoidei)* unterscheiden. Als Herabzieher wirkt ein verschieden entspringender *digastricus*. Bei den Schlangen sind die Muskeln sehr vermehrt. Sie besitzen, wie die Fische, ein die Unterkieferhälften einander näherndes Muskelpaar und mehrere andere zur Bewegung des Quadratbeins und der Gaumengruppe bestimmte. Auch bei den Vögeln finden sich, ausser den den *m. m. masseter*, *temporalis*, *pterygoidei*, *digastricus* analogen Muskeln, ein Heber und Vorwärtszieher und ein Rückwärtszieher des Flügelbeins und Quadratbeins. Die Kaumuskeln der Säugethiere gleichen denen des Menschen sehr, nur sind sie gewöhnlich bedeutender entwickelt.

Muskeln des Kiemenapparates und des Zungenbeins.

Bei dem ganz abweichenden Bau dieser Theile bei den Cyclostomen ist auch ihre Muskulatur eine völlig von dem Plane der übrigen Wirbelthiere abweichende. Da sie nicht durch den Mund einathmen, sondern durch die Kiemenlöcher ein- und ausathmen, sind bei ihnen die Constrictoren der Kiemenhöhle ungemein entwickelt. Indem bei den Knochenfischen das eigentliche Zungenbein von untergeordneter Bedeutung ist gegen die Kiemenbogen, sind es auch vorzüglich letztere, welche durch eine nicht geringe Anzahl theils von der Schädelbasis, theils vom Zungen-

beine, theils vom Schultergürtel entspringender Muskeln nach oben, vorn, hinten und abwärts bewegt werden. Zum Kiemenapparat gehören auch die zwischen den *radii branchiostegi* befindlichen Muskeln und Heber und Senker des *operculum*.

In den drei höheren Klassen zeigen die Zungenbeinmuskeln eine grosse Uebereinstimmung, fast mit alleiniger Ausnahme der Schlangen wegen des rudimentären Zungenbeins und des Mangels von Schultergerüst und Brustbein. Die verbreitesten sind bei den Amphibien und Reptilien: die *m. m. sternohyoideus*, *omohyoideus*, *myloglossus*, *genioglossus* — und die *m. m. hyoglossus* und *genioglossus* als Zungenmuskeln. Bei den Vögeln die *m. m. mylohyoideus*, *stylohyoideus*, *geniohyoideus*, *sternohyoideus*. Diese zeigen sich auch bei den Säugethieren sehr beständig.

Nervensystem.

a) Gehirn.

Das Hirn, als unmittelbare Fortsetzung der Rückenmarksröhre, tritt im Embryo als eine einfache Erweiterung derselben auf, der sehr bald durch eine Einschnürung, fast immer verbunden mit einer Knickung abwärts, eine Zweitheilung folgt. (Fig. 97.) Eine aber-

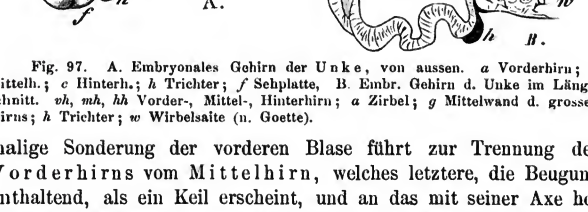


Fig. 97. A. Embryonales Gehirn der Unke, von aussen. *a* Vorderhirn; *b* Mittelh.; *c* Hinterh.; *h* Trichter; *f* Sehplatte, B. Embr. Gehirn d. Unke im Längsschnitt. *vh*, *mh*, *hh* Vorder-, Mittel-, Hinterhirn; *a* Zirbel; *g* Mittelwand d. grossen Hirns; *h* Trichter; *w* Wirbelsaite (n. Goette).

malige Sonderung der vorderen Blase führt zur Trennung des Vorderhirns vom Mittelhirn, welches letztere, die Beugung enthaltend, als ein Keil erscheint, und an das mit seiner Axe horizontal verlaufende Hinterhirn stösst. Aus dem vorderen Theile des Vorderhirns wölben sich als paarige Ausstülpung die grossen Hemisphaeren oder das Grosshirn hervor. Die hiermit entstandenen beiden vorderen Hirnkammern bleiben durch die gemeinsame mittlere Höhlung mit dem ursprünglichen Hauptraume

des Vorderhirns, der dritten Kammer in Verbindung. Der ganze, dieselbe einschliessende Hirntheil ist von Baer „Zwischenhirn" genannt worden, während die Bezeichnung „Vorderhirn" von ihm auf das grosse Hirn beschränkt blieb. Als accessorischer Hirntheil gehört der Hirnanhang oder Trichter (hypophysis) der Basis des Vorderhirns an, während die Zirbel als eine Ausstülpung der Decke des Vorderhirns unmittelbar vor dem Mittelhirn entsteht.

Vom unteren vorderen Theil der Hemisphaeren entspringen die Geruchsnerven, dahinter die Augennerven von der Basis des Vorderhirns vor dem Uebergang in den rückwärts gerichteten Trichter. An dieser Stelle sind bei weiterer Ausbildung die *Thalami optici* zu suchen. Durch das Mittelhirn zieht sich der *Aquaeductus Sylvii*, die Verbindung zwischen dritter und vierter, dem Hinterhirn angehöriger Hirnkammer. Das Mittelhirn stellt sich meistens von oben als ein paariger oder auch viertheiliger Abschnitt dar, Vierhügel (*corpus quadrigeminum*). Aus dem vorderen Obertheile des Hinterhirns geht das kleine Hirn hervor, der Rest ist das verlängerte Mark. Die obige Dreitheilung in Vorder-, Mittel- und Hinterhirn ist nach Goette (Unke). Sie stellt sich zu der seit Baers classischen Untersuchungen üblichen (Entwicklgesch. d. Thiere, II., S. 106) so:

Goette.		Baer.
Vorderhirn	. . . . .	Vorderhirn od. grosses Hirn.
	. . . . .	Zwischenhirn.
Mittelhirn	. . . . .	Mittelhirn.
Hinterhirn	. . . . .	Hinterhirn od. kleines Hirn.
	. . . . .	Nachhirn od. verlängertes Mark.

In den folgenden Paragraphen sind Baers Bezeichnungen beibehalten, weil noch in den meisten Specialarbeiten und Lehrbüchern befolgt, obwohl nicht diese Abtheilungen, sondern die drei Goetteschen metamerische Homologa sind.

Gehirn der Cyclostomen.

Das Gehirn dieser von den eigentlichen Fischen so sehr abweichenden Thiere kann unmittelbar auf die fötale Form der höheren Wirbelthiere bezogen werden. Nehmen wir *Petromyzon*, so finden wir, von vorn nach hinten, zuerst zwei getrennte Lappen, aus denen die Geruchsnerven entspringen; sie sind eine Ausstül-

pung eines Hügelpaares, des Vorderhirns. Daran schliesst sich eine unpaarige, die dritte Hirnhöhle enthaltende Abtheilung, das Zwischenhirn, an diese das paarige Mittelhirn. Am wenigsten ist bei *Petromyzon* das Hinterhirn entwickelt, eine schmale Commissur über dem vorderen Ende der vierten Hirnhöhle, deren übrige Wandungen das Nachhirn bilden.

Gehirn der Fische.

An das oben beschriebene Gehirn schliesst sich das der Selachier unmittelbar an[1]). Aus seinen embryonalen und fötalen Formen lassen sich nach der einen Seite die vielfach wechselnden Hirnformen der Ganoiden und Teleostier, theils die der Amphibien herleiten. Sowohl bei den Embryonen als bei einer Gruppe von Haien im erwachsenen Zustande (Spinax, Scymnus u. a.) liegen die Gehirnblasen in indifferenter Weise und damit am übersichtlichsten hintereinander. Auch ist jene Abtheilung hier am Einfachsten, welche als *infundibulum*, nach unten und hinten als eine Ausstülpung des hinteren unpaaren Abschnittes der vorderen Hirnhöhlen auftritt. Es differenziren sich daraus die sogenannten *lobi inferiores* und der *saccus vasculosus*, und die ganze Abtheilung kann Unterhirn genannt werden. Die bedeutendste Variabilität innerhalb der Selachier *(Galeus, Mustelus, Sphyrna*, viele Rochen) betrifft das Mittelhirn, welches sich faltet, während zugleich die einzelnen Gehirnabschnitte nahe zusammenrücken. (Fig. 98.)

Vergleicht man nun hiermit das Gehirn der Ganoiden und Knochenfische, so erscheinen die Eigenthümlichkeiten nur als Weiterentwicklungen von Zuständen, welche bei den Selachiern vorgebildet waren, oder als Reductionen. Die bei den Selachiern immer durch Stiele, *tractus olfactorii*, vom Vorderhirn getrennten *lobi olfactorii* sitzen bei Ganoiden und Knochenfischen den durch eine mittlere Einsenkung getrennten Vorderhirnlappen unmittelbar auf. Die wichtigsten Veränderungen betreffen das Zwischen- und Mittelhirn, und es wird ein Zustand allgemein, welcher sich schon bei *Sphyrna* findet. Es schiebt sich nämlich ein Theil des Mittelhirnes in die Zwischenhirnhöhlen hinein. Es bleibt jedoch bei den meisten Knochenfischen der nicht vom Zwischenhirn bedeckte Abschnitt des Mittelhirnes der grössere Theil desselben und ist in seiner Form

1) Ueber das Gehirn der Fische vorzüglich: Miklucho-Maclay, Beiträge z. vergleichenden Neurologie der Wirbelthiere. 1870.

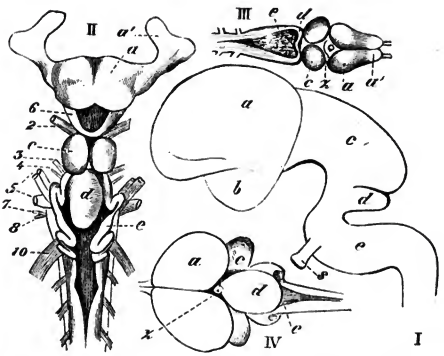


Fig. 98. Gehirn I des Hundes, II des Haies, III des Frosches, IV des Huhnes (I n. Bischoff, II u. III n. Nuhn.) *a* Vorderhirn; *a'* Riechlappen; *b* Zwischenhirn; *c* Mittelhirn; *d* Hinterhirn; *e* Nachhirn; *z* Zirbel; 2 opticus; 3 oculomotorius; 4 trochlearis; 5 trigeminus; 7 facialis; 8 acusticus; 10 Vagus.

höchst mannigfaltig. Ein durchgreifendes Merkmal ist auch, dass das Hinterhirn besonders der Teleostier fast gar nicht vom Mittelhirn getrennt wird, ja dass es sogar nur als ein etwas gewulsteter Rand des Mittelhirns erscheint, welcher quer über den vorderen Rand des Nachhirnventrikels ausgespannt ist. Das Unterhirn ist nur bei den Ganoiden von ähnlicher Entfaltung, wie bei den Selachiern, weniger bei den Teleostiern.

Gehirn der Amphibien.

Es hat im Wesentlichen dasselbe Ansehen, wie das der Fische. Die sogenannten Riechlappen sitzen, nur durch eine Querfurche oberflächlich getrennt, den beiden, durch eine Längsfurche geschiedenen Theilen des Vorderhirns unmittelbar auf. Das Zwischenhirn ist wenig entwickelt, ebenso das kleine, hinter der Kreuzung der Sehnerven liegende Unterhirn. Ansehnlich ist wieder das fast paarige Mittelhirn. Das Hinterhirn beschränkt sich auf eine schmale Commissur über dem vorderen Theile der 4. Hirnhöhle.

Gehirn der Reptilien und Vögel.

Innerhalb dieser Abtheilung beginnt und vollzieht sich eine Concentrirung in Folge einer Beugung und Knickung der 2. und 3. Region und einer grösseren Entfaltung sowohl des Vorder- als

des Hinterhirns. Bei den Schildkröten und Reptilien ist noch der mittlere Theil des Mittelhirns von oben sichtbar, beim Vogel ist derselbe durch die beträchtliche Entwicklung des Hinterhirns verdeckt, und ragen nur die Seitentheile des Mittelhirns hervor, wie dann auch das Nachhirn in seinem ganzen vorderen Abschnitte unter das Hinterhirn zu liegen kommt.

Gehirn der Säugethiere.

Noch viel durchgreifendere Veränderungen gehn im Gehirn derselben vor sich. Die auffallendsten betreffen das Vorderhirn. Es entwickeln sich an ihm complicirte Commissuren und verschiedene Wulste an der Innenwand der Seitenhöhlen. Aus dem Zwischenhirn gehn die sogenannten *thalami optici*, aus dem Mittelhirn die vier kugeligen Erhabenheiten zeigenden *corpora quadrigemina* hervor. Immer wird wenigstens das Zwischenhirn von dem Hinterlappen des Vorderhirns bedeckt. Bei vielen Beutlern, Nagern und Insectenfressern bleibt das Mittelhirn zum Theil oder ganz frei. In den höheren Ordnungen wird endlich auch das Hinterhirn vom Vorderhirn überlagert. Ziemlich parallel mit dieser allmäligen Ausdehnung ist das Auftreten der Hirnwindungen. Bei den Monotremen, vielen Beutlern und den Edentaten ist die Oberfläche des Vorderhirns glatt. Sehr ausgeprägt sind die Windungen bei dem Elephanten und Delphin.

b) Rückenmark. Sein Verhältniss zum Gehirn.

Das Rückenmark der Wirbelthiere zeigt im Allgemeinen denselben Bau; auch schon bei den meisten Fischen besteht es aus vier Strängen. Wichtig ist die relative Ausbildung von Rückenmark und Gehirn, indem letzteres, je mehr es sich in seinem Baue dem menschlichen Gehirn nähert, ein desto grösseres Uebergewicht über das Rückenmark gewinnt. Nur das Gewicht, nicht die verhältnissmässige Länge ist hier massgebend, da bei kurzen Thieren durch die Breite und Dicke compensirt zu werden pflegt, was verwandte Thiere scheinbar an Länge des Rückenmarks vor jenen voraus haben. So ist es beim Frosch sehr kurz und breit, bei den Salamandern auffallend lang, aber dünn. Das kürzeste Rückenmark haben einige Fische, z. B. *Lophius*, vor allen *Orthagoriscus*, dessen Rückenmark kaum länger als das Gehirn ist und in eine *cauda equina* endigt.

c) Peripherisches Nervensystem.

Die von den Centralorganen ausgehenden Nerven zeigen, wie sich erwarten lässt, nicht so wichtige Abweichungen, als jene selbst. Von den Gehirnnerven können mehrere ganz verschwinden; so der *nervus facialis,* der von den Säugethieren abwärts abnimmt, in demselben Grade, als die Gesichtsmuskeln verschwinden. Dieser dem Gesichtsausdruck des Menschen bedingende Nerv verliert daher sehr bald diese seine Bedeutung; bei den Vögeln und Reptilien versorgt er nur noch die Muskeln des Zungenbeins oder oberflächliche Nacken- und Halsmuskeln. Bei den Amphibien und besonders den ungeschwänzten ist ein gesondert entspringender *facialis* nicht vorhanden. Der ihm entsprechende Ast geht aus dem Ganglion des *trigeminus* hervor. Bei den Fischen bilden *trigeminus* und *facialis* einen Nervencomplex mit verschiedenen, theils gemeinsamen, theils eigenthümlichen Wurzelsträngen. Der *nervus facialis* der Fische *(ramus opercularis trigemini Auct.)* verbreitet sich hauptsächlich in den Muskeln des Kiemendeckels und stimmt seiner Function nach insofern mit dem *facialis* der höheren Wirbelthiere überein, als auch bei diesen Muskeln, welche die Zugänge zum Respirationsapparate, Mund und Nase, öffnen und schliessen, von ihm abhängig sind. Ganz selbstständig ist der *facialis* der Cyclostomen.

So wie der *trigeminus* ist auch der *vagus* in allen Klassen der Wirbelthiere sehr beständig. Aus einer Wurzelpartie des *vagus* entspringt der *nervus lateralis* der Fische, der in der Regel einige Verbindungsstränge vom eigentlichen *vagus* erhält, bei den Cyprinen aber — mit Ausnahme von *Tinca* — einen Zweig des *ramus recurrens trigemini* aufnimmt. Die Hauptportion des Seitennervensystems verläuft als ein einfacher oder doppelter *truncus lateralis* längs des Seitenkanals; der Nerv kommt jedoch auch vielen Fischen zu, welche weder Seitenkanal noch Seitenlinie besitzen[1]). Sein

1) „Der eigentliche Seitennerv ist in der Regel von beträchtlicher Stärke; nur bei solchen Fischen, denen ein Seitenkanal mangelt, denen zugleich harte Hautbedeckungen zukommen und bei denen die Ventralmasse des Seitenmuskels am Rumpfe abortiv wird, oder wegfällt, zeigt er sich auf einen sehr geringen Umfang reducirt, oder ganz abortiv. — Sehr schwach ist er bei Diodon und auf das Aeusserste reducirt bei Ostracion. Bei diesen letztgenannten Gattungen treffen alle eben genannten Bedingungen seiner Reduction zusammen.“ Stannius, Das periph. Nervensystem der Fische S. 99.

Vorhandensein scheint eng mit der Entwicklung des Bauchtheiles des Seitenmuskels zusammenzuhängen, wie unter anderen auch die Myxinoiden zeigen, bei denen Bauchtheil des Seitenmuskels sowohl als Seitennerv nicht vorhanden sind. Dem Seitennervensystem des *vagus* entsprechen diejenigen dem *trigeminus cum faciali* angehörigen Nervenäste, welche sich am Kopfe der Fische an den von den *ossa suprascapularia, supratemporalia* und *infraorbitalia* gedeckten Sinnesorganen verbreiten.

Ausser bei den Fischen kommt der *n. lateralis* auch bei den Larven der Frösche vor; Pipa, die Proteiden, Derotreten und Cöcilien haben ihn zeitlebens. Bei den höheren Thieren ist (nach Müller) der *ramus auricularis nervi vagi* als Analogon des *n. lateralis* anzusehen.

Die Sinnesnerven correspondiren im Allgemeinen mit der äusseren Entwicklung der Sinnesorgane; so werden bei den blinden Thieren auch die Augennerven mehr und mehr abortiv. Bei *Amphioxus (Branchiostoma)* kann man, abgesehen von einer unbedeutenden vorderen Erweiterung, so wenig wie Gehirn und Rückenmark, auch Gehirn- und Spinalnerven nicht unterscheiden. Nur die vorderen dieser Nerven stehen symmetrisch paarig, dann entsprechen die rechte und linke Reihe einander nicht mehr.

Die Spinalnerven bieten in den vier Klassen keine auffallenden Verschiedenheiten dar.

Auch der sympathische Nerv zeigt wenig abweichendes. Er fehlt nur den Cyclostomen, wo er durch den *vagus* vertreten wird. Sonst ist seine Lage immer vor den Wirbeln, wo er Verbindungsstränge von den Spinalnerven erhält. Der Kopftheil der Fische liegt an der Schädelbasis, und hier verbindet er sich namentlich mit dem *n. trigeminus* und *vagus*. Bei den Schlangen sind die Ganglien sehr klein; leicht dagegen lassen sie sich bei den Fröschen in der Nähe der weissen, mit Kalkkrystallen gefüllten Säckchen auffinden. Die Verbindungen mit den Hirnnerven sind hier schon zahlreicher geworden, als bei den Fischen; noch mehr ist dies der Fall in der Klasse der Vögel. Die Abweichungen des *n. sympathicus* der Säugethiere von dem des Menschen sind kaum nennenswerth.

Elektrische Organe.

Zum Bereich des peripherischen Nervensystems gehören die unter dem obigen Namen bekannten nervenreichen Apparate meh-

rerer Fische (*Torpedo*, *Narcine*, *Malapterurus*, *Gymnotus*, *Gymnarchus niloticus*, *Mormyrus oxyrhynchus* und *dorsalis*).

Beim afrikanischen Zitterwels (*Malapterurus*) bildet das elektrische Organ die mittlere Lage der dicken Hautschwarte, welche den mittleren Körperabschnitt lose umhüllt. Im Kopf- und Schwanztheile wird die Masse des elektrischen Organs durch eine andere, zwischen der Haut und der inneren Sehnenhant gelegene Zwischenmasse ersetzt. Das Organ wird durch eine in der Mittellinie des Rückens und durch eine zweite in der Mittellinie des Bauches verlaufende dünne Scheidewand in zwei symmetrische Hälften getheilt. Das Innere besteht zunächst aus einem Gerüst bindegewebiger, auf die Axe des Fisches quer gestellter Blätter, welche linsenförmige platte Räume von einander abgränzen. Der elektrische Nerv jeder Seite entspringt, wie eine motorische Wurzel, zwischen dem zweiten und dritten Rückenmarksnerven und ist eine Primitivfaser mit einer dicken bindegewebigen Hülle. Im elektrischen Organ verästelt sich diese Faser und giebt an jedes Fach ein Endzweigelchen ab. Dieses tritt von hinten in das Fach und breitet sich zu der, an der Hinterwand des Faches anliegenden elektrischen Platte oder Nervenendplatte aus. Der übrige Raum des Faches ist mit einem fast flüssigen Gallertgewebe angefüllt.

Ganz ähnliche feinere Verhältnisse zeigen die übrigen elektrischen Fische. Nur variirt die Lage des Organs im Allgemeinen und die Stellung und Anordnung der Fächer oder Kästen. Beim Zitteraale liegen die Organe sehr ausgedehnt und oberflächlich im Schwanze und werden von den Spinalnerven versorgt. Durch sehnige Längsscheidewände werden Säulen von einander abgegränzt und diese durch dünnere Querscheidewände in viele sich deckende Fächer getheilt. Letztere sind, wie beim Zitterwels, durch die elektrische Platte und das vor ihr liegende Gallertgewebe angefüllt. Hieran reiht sich *Mormyrus*.

Bei den Zitterrochen nehmen die nierenförmigen elektrischen Organe einen grossen Theil der Kopfscheibe ein. Die durch die primären Scheidewände abgegränzten Säulen stehen vertical. Eigentliche secundäre faserige Bindegewebsscheidewände fehlen, und sind an ihrer Stelle die mit Gallertgewebe gefüllten Räume Träger der Blutgefässe und Nerven. Letztere entspringen aus besonderen Lappen des Gehirns, steigen von der Bauchseite in das elektrische Organ und endigen in den sehr dünnen und dicht übereinander ge-

schichteten elektrischen Platten, den einzigen häutigen Theilen im Innern der Säulen.

Auch bei dem gemeinen Stachelrochen *(Raja clavata)* findet sich ein den oben beschriebenen Organen analoges Gebilde im Schwanze jederseits neben der Wirbelsäule. In jedem Fache desselben liegt ausser anderen unwesentlicheren Theilen ein scheibenförmiger schwammiger Körper, und der allmälige Uebergang der Nerven in die Substanz dieser Körper ist höchst wahrscheinlich [1]).

Sinnesorgane.

Tastorgane.

Das allgemeine Tastwerkzeug ist die Haut, aber nur insofern, als sie Trägerin mehr oder minder zahlreicher Gefühlsnerven und deren meist eigenthümlichen Enden ist, auf welche direct ein Stoss durch die Oberhaut und deren Hornanhänge übertragen wird. Daher sind diejenigen Stellen der Haut am meisten zur Aufnahme von Tasteindrücken geeignet, wo unter einer feineren Oberhaut zahlreiche Gefühlsnervenfaserendigungen enthalten sind. Bekanntlich wird dadurch bei fast allen Wirbelthieren die Schnauzen- und Lippengegend zum specifischen Tastorgan, namentlich auch bei denjenigen Säugethieren, wo Bartborsten und Schnurrhaare hinzutreten. Tasthaare der Fledermausflügel. Die zuerst vom Menschen bekannt gewordenen Tastkörperchen (bindegewebige Kolben mit dem Ende der Nervenprimitivfaser, enthalten in den Papillen der Cutis) finden sich auch an der Unterfläche der Hände und Finger der Affen. Es kommen dazu die Pacini'schen oder Vater'schen Körperchen, die verdickten Enden von Nervenfasern, welche beim Menschen, vielen Säugern und Vögeln im subcutanen Zellgewebe, aber auch an anderen Stellen, wie im Gekröse der Katze, nachgewiesen sind.

1) Bilharz, Das elektrische Organ des Zitterwelses. Leipzig 1857.
M. Schultze, Zur Kenntniss der elektrischen Organe der Fische. 1. Abth. Halle 1858. 2. Abth. 1859. Besonders abgedruckt aus dem 4. und 5. Bande der Abhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Halle.
M. Schultze, Zur Kenntniss des den elektrischen Organen verwandten Schwanzorganes von *Raja clavata*. Müller's Archiv. 1858.
Boll im Archiv f. micr. Anat. X.

Geschmacksorgane.

Die Zunge, auf deren mikroskopische Anatomie wir nicht eingehen, steht auf einem sehr verschiedenen Grade der Ausbildung. Sie ist bei den wenig wählerischen Fischen fast auf das Zungenbein reducirt und fungirt nie als Geschmacksorgan, als welches höchst wahrscheinlich die im Lippenepithelium und der Mundschleimhaut befindlichen „becherförmigen Organe" anzusehn. Die Zunge der Amphibien und Reptilien variirt ungemein. Die *Pipae* haben gar keine; bei den meisten Fröschen ist sie nach hinten frei. Die Zunge der Schlangen ist Tastorgan; sie ist schmal, lang, endigt vorn in zwei lange Spitzen und liegt in einer Scheide. Auch viele Saurier haben eine gespaltene, in einer Scheide ruhende Zunge, z. B. die *Fissilingues*. Bei den Crokodilen ist die Zunge der ganzen Länge nach angewachsen. Sehr merkwürdig ist die Zunge des Chamäleon: sie kann sehr weit aus dem Munde gestossen werden, um mit dem vorderen kolbigen und klebrigen Theile Insecten zu fangen. Die Erklärung, dass die Ausstossung durch die Zungenbeinmuskeln geschähe, ist nicht genügend, vielmehr scheint es eine Art von Ausspucken zu sein. Dafür spricht auch, dass das Chamäleon beim Zurückziehen der Zunge öfter ungeschickt ist. Die Zunge der meisten Vögel, mit einem hornartigen Ueberzuge versehen, zugespitzt und mit Haken besetzt, ist mehr Greif- als Geschmacksorgan. Nur bei einigen, namentlich den Papageien, ist sie fleischig und trägt zahlreiche Geschmackspapillen. Auch die Säugethiere zeigen mannigfache Zungenbildungen, deren nähere Beschreibung jedoch zu weit führen würde. Allgemein ist hier die Zunge Geschmacksorgan, auch wo sie zum Theil mit Horngebilden bedeckt ist, wie z. B. bei *Echidna hystrix*. Die eigentlichen nervösen Endapparate der Reptilien und Vögel sind unbekannt. Bei den Amphibien sind die Nervenendigungen in den sogenannten Geschmacksscheiben enthalten, an deren Stelle bei den Säugethieren die nervösen Endapparate in den Schmeckbechern zu suchen sind.

Geruchsorgane.

Amphioxus besitzt als Nase eine unsymmetrisch liegende kegelförmige Vertiefung, welche unmittelbar auf dem vorderen, das Gehirn vorstellenden Theile des Rückenmarkes aufsitzt. Auch die Myxinoiden mit den Petromyzonten haben eine, sie, nament-

lich erstere von allen Fischen unterscheidende Nasenbildung. Die Nase ist einfach, eine lange Röhre, welche bei den Myxinoiden durch Knorpelringe gestützt ist und den Gaumen durchbohrt. (Nur die *Dipnoi* verhalten sich noch so.) Diese Eigenthümlichkeit, welche später sich bei den Wirbelthieren oberhalb der Fische wieder eingestellt hat, und der Spritzsack der Petromyzonten, hängt mit der Art der Athmung zusammen, indem die Cyclostomen durch die Kiemenlöcher ein- und ausathmen, und daher den bei den Fischen durch den Mund gehenden und den Nasengruben neues Wasser zuführenden Athemstrom auf eine andere Weise ersetzen müssen. Bei den Myxinoiden geschieht dies durch eine hinter der Gaumenöffnung gelegene bewegliche Klappe, bei den Petromyzonten durch die erwähnte contractile Ausbuchtung des Nasenrohres, den Spritzsack. Die Nasenöffnungen der Plagiostomen befinden sich an der Bauchseite in der Nähe des Mundes, wo ihnen die Wassererneuerung des Athemstromes zu Theil wird, wie sie auch bei den Stören und Knochenfischen, bei letzteren meist je doppelt, seitlich an der Schauze liegen. Die mit Flimmerepithelium versehene Riechhaut vermehrt ihre Oberfläche durch Falten und Blätter, gestützt durch Knorpelstäbchen und entweder von einer mittleren Axe radienförmig oder kammförmig nach zwei Seiten ausgehend. Die Nasenkanäle der *Lepidosiren* liegen in den Lippen, die vordere Oeffnung vorn an der Schnauze, die hintere im Mundwinkel; im Uebrigen ist die Nase ganz fischartig. Sehr auffallende Modificationen zeigen einige Arten *Tetrodon*; sie haben statt der inneren Nasenhöhlen tentakelartige Nasenpapillen mit starken Geruchsnerven.

In der Klasse der Amphibien wiederholt sich der Typus der Fischnase noch einmal bei den Proteiden, namentlich *Proteus*. Mit der nun eintretenden Luftathmung ist immer die Oeffnung der Nase in die Mundhöhle verbunden; die Nasengänge öffnen sich bei den Batrachiern sehr weit nach vorn, bei den Crokodilen sehr weit hinten im Rachen. Während im Allgemeinen bei den Amphibien und Reptilien durch Erweiterung der Nasenhöhlen für die Vergrösserung der Oberfläche gesorgt wird, beginnt bei ihnen auch die Bildung der Muscheln, welche jedoch erst in den folgenden Klassen ihre Bedeutung hinsichtlich der Flächenvermehrung erhalten.

Die äusseren Nasenöffnungen der Vögel variiren sehr an Form und Lage; häufig, namentlich bei den Wasservögeln, auch bei *Cathartes*, fehlt die Scheidewand zwischen denselben *(nares perviae)*.

Die inneren Oeffnungen (*choanae*) sind in der Regel zwei schmale, oft in eine zusammenfliessende Spalten. Die Muscheln sind gewöhnlich Umbiegungen der knorpeligen Wände der Nasenhöhlen, drei an der Zahl, von denen jedoch nur eine in den verschiedenen Ordnungen vorzugsweise entwickelt zu sein pflegt. Alle Vögel, mit Ausnahme der Tauben, besitzen eine, wahrscheinlich die Nasenhöhle feucht erhaltende Nasendrüse, die gewöhnlich auf den Stirnbeinen liegt.

Die wesentlichen Veränderungen, welchen die Nasen der Säugethiere unterworfen, bestehen in Form und Ausdehnung der unteren Muscheln. Bei den Pflanzenfressern, besonders den Einhufern und Wiederkäuern, ist die Muschel anfangs ein einfaches Blatt, welches sich bald in zwei sich einrollende Lamellen, eine obere und eine untere, spaltet. Bei den durch ihren Geruch ausgezeichneten Fleischfressern sind die Muscheln, indem sie sich dichotomisch spalten und einrollen, baumartig verzweigt und stellen sehr complicirte Labyrinthe dar, am stärksten bei den Seehunden, bei welchen man danach den feinsten Geruch voraussetzen dürfte, wenn nicht das Beispiel vom Gehörorgan der Reptilien und Vögel zeigte, das keineswegs immer Sinn und Sinnesorgan gleichen Schritt in ihrer Ausbildung halten. Mit der Stärke des Geruchssinnes hängt auch die Ausdehnung der Knochenhöhlen (*sinus frontales, maxillares, sphenoidales*) zusammen, mit denen sehr häufig die Nasenhöhlen communiciren. Beträchtlich sind namentlich beim Elephanten die Stirnbein- und Keilbeinhöhlen.

Sehr bedeutend ist die Umwandlung, welche das Geruchsorgan der ächten Cetaceen erleidet, bei denen zum Theil die Geruchsfunction durchaus zurücktritt, indem den Delphinen die Riechnerven gänzlich zu mangeln scheinen.

Als Nebengeruchsorgan gelten die nach Jacobson benannten Theile. Das paarige Organ ist bei den Urodelen noch nicht von der Nasenhöhle abgetrennt. Bei den Anuren tritt es am vorderen Ende der Nasenhöhle als eine Ausbuchtung auf. Eben so bei den Sauriern entstehend wird es hier beim erwachsenen Thiere durch Verschiebung des Kanales von der Nasenhöhle abgeschlossen und in die Mundhöhle geöffnet. Bei den Säugern, besonders Nagern und Wiederkäuern communicirt es mit ihr durch die Stenonischen Gänge [1]).

1) Specielleres hierüber und über den Thränen-Nasengang bei Born. Morph Jbch V.

Augen.

Die Beispiele von Blindheit oder sehr unvollkommener Ausbildung der Gesichtsorgane sind unter den Wirbelthieren Ausnahmen. Bei *Amphioxus* finden sich nur zwei Pigmentflecke. Die mancherlei Fälle von rudimentären Augen (Myxinoiden, *Proteus*, *Spalax*), welche sonst innerhalb der Wirbelthiere vorkommen, sind sämmtlich auf rückbildende Anpassungen zurückzuführen.

Sonst zeigt das Auge der Wirbelthiere verhältnissmässig geringe Varietäten. In allen Klassen finden sich die vier geraden und zwei schiefen Muskeln, zu denen bei den Amphibien, Reptilien und vielen Säugethieren der Zurückzieher des Augapfels, *musculus retractor oculi*, kommt, der bei den Wiederkäuern in vier einzelne Muskeln zerfällt.

Die Augenlidbildung kommt bei den Fischen nur unvollkommen zu Stande, indem gewöhnlich die äussere, durchsichtiger gewordene Haut einfach das Auge überzieht. So ist es auch bei vielen Amphibien und Reptilien, z. B. den Cöcilien, Ophidiern und Gekkos. Bei *Chamaeleon* sind die Augenlider zu einer kreisrunden, mit einem Querspalt versehenen Blendung verwachsen. Aber schon bei den Fischen, in einer Abtheilung der Haie (*Nictitantes*), bei den Fröschen, sehr vielen Reptilien (am vollständigsten bei den Crokodilen) und ganz allgemein bei den Vögeln findet sich ein drittes Augenlid, die Nickhaut, *membrana nictitans*, welche von dem vorderen (inneren) Augenwinkel aus durch einen eigenthümlichen Muskelapparat über das Auge gezogen werden kann. Sie schwächt, da sie ziemlich dünn ist, die Lichtempfindung nicht ganz ab. Mit ihr ist immer die Harder'sche, hinter dem Augapfel liegende Drüse verbunden. Auch bei den Schlangen ist dieselbe vorhanden und in ihrer einfachsten Form bei den Urodelen. Ihr Secret scheint hier zur Einölung des Augapfels zu dienen (Wiedersheim). Bei den Säugethieren ist die Nickhaut auf die *plica seminularis* reducirt, die bei einigen, z. B. den Pferden, einen Knorpel enthält.

Der Thränenapparat fehlt den Fischen, ist aber schon bei den meisten Amphibien und Reptilien vorhanden. Die Thränen der Schlangen bleiben unter der von dem äusseren Hautüberzuge gebildeten und das Auge wie ein Uhrglas bedeckenden Kapsel und werden von hier aus in den Thränenkanal geleitet.

Das Auge der Fische ist an der Hinterwand der *orbita* befestigt. Die *sclerotica* der meisten Knochenfische nimmt zwei, häufig verknöchernde Knorpelstreifen auf, welche beim Stör zu einem Knorpelcylinder werden. Die *cornea* ist sehr flach; ihre grössere Convexität würde, bei der brechenden Kraft des Wassers, dem deutlichen Sehen hinderlich sein. Die äussere in die Iris übergehende Lamelle der *chorioidea* zeichnet sich durch ihren Silberglanz aus, auf der inneren Fläche der *chorioidea* findet sich oft, (z. B. bei den Plagiostomen) ein silberglänzendes *tapetum*. Das *corpus ciliare* haben nur die Plagiostomen und die Thunfische. Durch den Spalt der *retina* der Knochenfische tritt in den Glaskörper bis zur Linse der *processus falciformis*, dessen vordere Anschwellung die *campanula Halleri* ist. Feinere histologische Untersuchungen haben gezeigt, dass dies Organ nicht sein Analogon im Kamm der Vögel hat. Der *processus* besteht aus Arterie, Vene und Nerv, umschlossen von einer bindegewebigen Scheide, die aus der Bindegewebsmembran der *chorioidea* stammt. Die *campanula* ist muskulös.

Das Auge der Amphibien und Reptilien nähert sich dem der Vögel; die Linse ist platter als bei den Fischen, das *corpus ciliare* vorhanden. Der bei vielen Sauriern (*Anguis Lacerta*) vorkommende Kamm *(pecten, marsupium)*, als dessen Analogon wohl auch der in der Mitte befindliche schwarze Fleck bei den Crokodilen auszusehen, ist dieselbe Bildung, welche bei den Vögeln vorkommt.

Bei den Vögeln wird die *cornea* von einem Knochenringe umgeben, bestehend aus einer unbestimmten (12—30) Anzahl von Platten. Der von der Netzhaut sich in den Glaskörper, nicht selten bis zur Linse erstreckende fächerförmige und pigmentreiche Kamm wird hauptsächlich aus Gefässen gebildet, welche von den im Sehnerven und in der Scheide desselben verlaufenden Gefässen kommen. Er scheint weniger als Blende zu dienen, sondern die Ernährung der Nachbartheile zu bewirken.

Die Modificationen, welche das Auge der Säugethiere im Vergleich mit dem menschlichen darbietet, sind unbedeutend. Eine ganz enorme Anschwellung der *sclerotica* findet sich bei den Walfischen. Von den *uvea* ragen bei den Pferden, vielen Wiederkäuern, auch beim *Monodon* die sogenannten Trauben bis in die Pupille herab, eine auch bei einigen Fischen *(Rhinobatus)* vorkommende Bildung. Wichtig sind die auf das *tapetum* sich beziehenden

Veränderungen, eine eigenthümliche Membran im Auge vieler Säugethiere, welche die Fähigkeit hat, das Licht zurückzuwerfen, und so das scheinbare Selbstleuchten der Augen hervorbringt. Bei den eigentlichen Pflanzenfressern, den Pferden, den Wiederkäuern, den Cetaceen und einigen fleischfressenden Beutelthieren ist das *tapetum* faserig, besteht aus gewöhnlichem Bindegewebe und zeigt getrocknet nicht mehr die Interferenzerscheinungen. Dagegen ist das *tapetum* der Carnivoren und Robben zellig.

Zur ferneren Erörterung des über die Augen der Arthrozoen Gesagten, mag hier die feinere Structur der Netzhaut des Wirbelthierauges kurz geschildert werden.

Man hat in der Retina der Wirbelthiere nicht weniger als acht Schichten zu unterscheiden: zu innerst eine Begränzungshaut, zu äusserst die Schichte der Stäbchen und Zapfen, dazwischen mehre Schichten von Körnern, eine Nervenzellenschicht und die unter der Begränzungshaut liegende Schicht der Sehnervenfasern. Die Elemente der Stäbchenschicht sind mit den Körnern und durch diese mit den Ganglienzellen und Nervenfasern in continuirlichem Zusammenhange, und dadurch und durch andere Gründe wird es im höchsten Grade wahrscheinlich, dass die Stäbchen und Zapfen die wahren Nervenenden sind und als solche die Function der Lichtempfindung haben, während die anderen Elemente der Retina als blosse Leiter der in der Stäbchenschicht hervorgebrachten Eindrücke dienen. Für diese Auffassung spricht auch das Verhalten der Retina der Cephalopoden, bei denen die innerste Schicht der Retina durch Cylinder gebildet wird, die den Stäbchen der Wirbelthiere ähnlich sind. Dann kommt eine dichte Pigmentlage, durchbohrt von den fadenförmigen Fortsätzen jener Cylinder. Der bei den Wirbelthieren allerdings auffallende Umstand, dass die Stäbchenschicht nach aussen liegt, wird aufgewogen durch die fast vollkommene Durchsichtigkeit der vorliegenden Schichten.

Accessorische Augen finden sich längs der ganzen Unterseite einiger Knochenfische (Chauliodus u. a.)

Gehörorgane[1]).

Ein Gehörorgan besitzt *Amphioxus* nicht. Bei den Cyclostomen und Fischen beschränkt es sich auf die *canales semicirculares* mit dem *vestibulum*, jedoch finden bedeutende Unter-

1) Hauptwerk: G. Retzius, das Gehörorgan d. Wirbelthiere. Stockholm 1881 ff.

schiede statt. Das, wie bei den Petromyzonten, in einer eigenen Gehörkapsel liegende häutige Labyrinth der Myxinoiden ist ein einziger in sich zurücklaufender Kanal mit einer dem *vestibulum* gleichwerthigen Anschwellung. Bei *Petromyzon* und *Ammocoetes* besteht das häutige Labyrinth aus dem durch eine Furche in zwei symmetrische Hälften zerlegten *vestibulum* mit einem zwischen den Ampullen gelegenen sackförmigen Anhange und zwei halbzirkelförmigen Kanälen, die mit dem *vestibulum* verwachsen sind, an der inneren Wand der Knorpelkapsel sich knieförmig verbinden und an dieser Stelle, sowie durch ihre fast dreitheiligen Ampullen mit dem Vorhofe communiciren.

Alle übrigen Fische besitzen die vom Vorhofe, dem *utriculus*, ausgehenden drei halbzirkelförmigen Kanäle mit je einer Ampulle, ferner den mit dem *utriculus* in offener Verbindung stehenden, nach unten gelegenen *sacculus*. (Fig. 99.) Eine selten

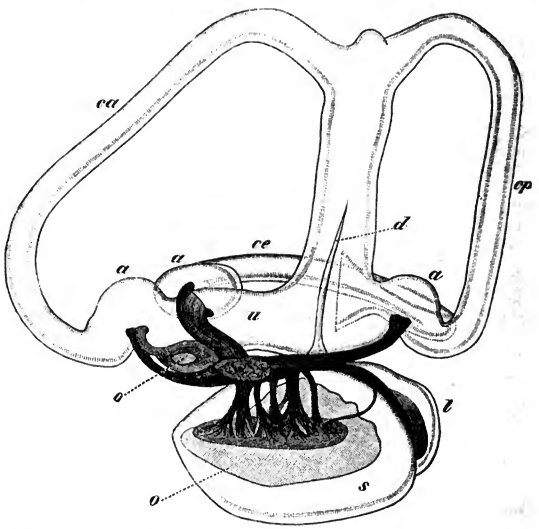


Fig. 99. Rechtes häutiges Gehörorgan von *Salmo salar* v. innen (n. Retzius). *u* Utriculus; *a a a* Ampullen; *ca* vorderer Bogengang; *cp* hinterer; *ce* äusserer; *s* Sacculus; *l* Lagena; *d* ductus endolymphaticus; *o* Gehörsteine. Dazu der durchschnittene Hörnerv mit seinen Zweigen.

fehlende, wenn auch oft nur angedeutete Ausbuchtung des letzteren ist die *lagena*. Sie bildet bei den anderen Vertebraten, deutlich erst bei den Reptilien angefangen, den Endabschnitt der Schnecke, *cochlea*, nachdem sich die *pars basilaris* der Schnecke zwischen *sacculus* und *lagena* eingeschoben hat. Eine aus dem Sacculus entspringende Röhre ist der *ductus endolymphaticus*, dem in die Schädelhöhle einmündenden *aquaeductus vestibuli* der höheren Thiere homolog. Dieser Gang mündet bei den Selachiern auf der Schädeloberfläche direct nach aussen. Bei den übrigen ist er kürzer und endigt blind. In der Regel liegen im Utriculus und in beiden Abtheilungen des Sacculus je ein, oft sehr ansehnlicher Gehörstein, Otolith, durch feine Membranen an die Labyrinthwände befestigt. Auf die Vertheilung des Hörnerven haben wir uns nicht einzulassen.

Sehr merkwürdig ist die Verbindung, welche bei verschiedenen Fischen zwischen der Schwimmblase und dem Gehörorgane besteht. So findet sich bei den Siluroiden mit Schwimmblase, den Cyprinoiden und Characinen unter den vorderen Wirbeln eine Reihe von drei Knöchelchen, deren vorderstes an hintere Verlängerungen und Ausbuchtungen des häutigen Labyrinthes stösst, während das hintere bis zur Schwimmblase reicht. Bei *Clupea, Engraulis* und *Notopterus* verlängert sich die Schwimmblase in einen, nicht mit dem Schlundgange zu verwechselnden Kanal, der sich wieder theilt. Jeder dieser Aeste geht in zwei blasenartige Erweiterungen über, deren eine mit dem Labyrinth zusammenstösst. Aehnlich verhält es sich bei mehreren Percoiden, z. B. *Holocentrum, Myripristis*, wo eine Verlängerung der Schwimmblase bis in die Nähe des Labyrinthes geht, von dieser aber durch eine Schädelmembran getrennt bleibt. Ueber die Bedeutung dieser Verbindungen lassen sich nur Vermuthungen aufstellen; vielleicht dient die Schwimmblase hier als Resonator.

An die oben beschriebene Form des häutigen Labyrinthes der Fische schliesst sich das der Amphibien unmittelbar an, nur hebt sich die Lagena deutlicher vom Sacculus ab.

Die meisten Amphibien, nämlich Cöcilien, Derotreten, Salamandrinen und von den Fröschen die Bombinatoren (Unke) sind noch ohne Trommelhöhle. Die Bombinatoren ausgenommen findet sich also bei den Fröschen eine Trommelhöhle und in derselben als Verbindung der *fenestra ovalis* des Vorhofes mit dem hinter dem Unterkieferstiel auf einem Knorpelringe ausgespannten, meist ganz frei liegenden Trommelfell ein Gehörknöchel-

chen. Dasselbe zerfällt oft in zwei, ja in drei Abtheilungen. Die Verschlussplatte des ovalen Fensters, das Homologon des Steigbügels *stapes*, geht aus dem primären Ohrknorpel hervor, ihr Stiel aus dem oberen Abschnitte des 2. Visceralbogens.

Es ist auch bei den Reptilien und Vögeln da und heisst dann das Säulchen, *columella*. Die *tubae Eustachii* münden in der Regel *(Rana, Hyla, Bufo)* gesondert in den Rachen; nur in der Familie der zungenlosen *Pipae* findet sich eine gemeinsame Oeffnung der ausnahmsweise langen Tuben mitten im Rachen. Bei diesen ist das Trommelfell selbst in einen knorpeligen Deckel verwandelt.

Von den Reptilien fehlt den Schlangen die Trommelhöhle; die lange *columella* der Grossmäuler steckt in den Muskeln; bei den Engmäulern ist die *columella* klein oder verschwindet ganz. Alle Reptilien besitzen eine durch eine *fenestra rotunda* mit der Trommelhöhle in Verbindung stehende Schnecke, obschon diese bei den Cheloniern noch sehr einfach ist, sackförmig, ohne Abtheilungen. Am meisten ausgebildet und von der der Vögel kaum zu unterscheiden ist die Schnecke der Crokodile, wo sie von länglicher Gestalt ist, etwas gekrümmt und am Ende erweitert. Sie enthält einen Knorpelring, zwischen welchem eine zarte, der *lamina spiralis* zu vergleichende und die Verzweigungen des *n. cochlearis* enthaltende Membran ausgespannt ist, bedeckt von einer zweiten faltigen und gefässreichen Haut. Dadurch wird die Schnecke in zwei, der *scala tympani* und *s. vestibuli* entsprechende Abtheilungen getheilt. Indem die Schenkel des Knorpelringes in dem freien Ende der Schnecke sich umbiegen und in eine feste Membran übergehen, bilden sie die sogenannte Flasche, *lagena*, worin ebenfalls die Vögel vollkommen mit den Crokodilen übereinstimmen.

Das Ohr der Säugethiere ist in allen inneren Theilen dem des Menschen höchst ähnlich; nur die Schnecke von *Echidna* und *Ornithorhynchus* erinnern noch einmal an die niederen Vorfahren.

Die Seitenorgane der Fische und Amphibien.

Eigenthümliche Sinnesorgane ragen entweder, besonders bei jungen Fischen in Form einfacher hügeliger Hautvorsprünge frei ins Wasser hervor, oder befinden sich als sogenannte „Nervenknöpfe", im Grunde röhrenförmiger Kanäle. Die eintretenden Nervenfasern stehen in Contact mit den Wurzeln specifischer Haare, welche von einer zarten offnen Röhre umschlossen sind. Ganz ähnliche Organe

besitzen alle Amphibien, welche und so lange sie im Wasser leben. Sie stehen in mehreren Linien am Kopfe und längs des Rückens und der Seiten und wechseln in ihrer gegenseitigen Stellung so, dass sie z. B. bei den Schwanzlurchen in der oberen Seitenlinie in Bezug auf ihre Längsdurchmesser quer, in der unteren längs gestellt sind. Am Rumpfe sind die *Nervi laterales Vagi* die Sinnesnerven für das Seitenorgansystem, am Kopfe vorzüglich, vielleicht allein der *Trigeminus*. Ueberall handelt es sich bei dem einzelnen Organ um kraterförmige Einsenkungen, in denen Härchen, von einzelnen Zellen ausgehend, sich befinden. Die von F. E. Schultze ausgesprochene Vermuthung, dass sowohl bei Fischen als bei Amphibien diese Organe zur Vermittlung von Wahrnehmungen der Geschwindigkeit des Körpers im Wasser und der Wasserbewegungen dienen möchten, hat die meiste Wahrscheinlichkeit für sich. (Malbranc, Seitenlinie und Sinnesorgane bei Amphibien. Z. f. w. Zool. 1875. XXVI.)

Verdauungsapparat.

Gebiss.

Bei Weitem nicht alle Wirbelthiere haben Knochenzähne zum Ergreifen, Festhalten und Zerkleinern der Nahrung. Viele (unter den Fischen z. B. *Acipenser*, die *Lophobranchii*, unter den Amphibien *Pipa*) haben keine harten Mundtheile; bei anderen werden die eigentlichen Zähne durch Hornzähne und andere hornige Gebilde vertreten. Dergleichen Hornzähne, aus Lagen verhornter Epithelialzellen, finden sich in geringer Anzahl bei den Cyclostomen. Die Chelonier verhalten sich wie die Vögel[1]; ihre Kiefern sind mit Hornscheiden überzogen, welche nach Verhältniss der Nahrung und Lebensweise mit schärferen oder stumpferen Kanten oder mit zahnartigen Fortsätzen oder Kerben versehen sein können. Auch die Hornscheide der Monotremen gehört hierher. Bei den Bartenwalen, deren Fötus jedoch immer wirkliche Knochenzähne haben, sind die zahlreichen, im Oberkiefer befindlichen, parallelen Horn-

1) Bei manchen Papageien kommen unter den Hornscheiden des Schnabels ähnliche Gebilde vor, denen das Dentin fehlt. Statt dessen bedecken sich die auf dem Rande der Kiefer stehenden, mitunter sogar in Alveolen eingesenkten Papillen mit Horn. Es handelt sich um ähnliche Bildungen, wie die Hornzähne und Lamellen der Enten und Taucher.

platten als epitheliale Wucherungen unter dem Namen der Barten bekannt.

Die ächten Zähne der Wirbelthiere — Dentinzähne[1]) — bestehen aus drei Substanzen, dem Zahn- oder Elfenbein, Dentin, dem ächten Knochen verwandt, aber härter, dem Schmelz, welcher den oberen freien Theil des Zahnes, die Krone, überzieht und dem Cement, einer weicheren Knochenmasse, welche den Zahnsockel bildet, in vielen Fällen aber auch sich weiter nach oben oder über den ganzen Zahn erstreckt. Die Oberfläche des Schmelzes, oft auch des Dentins, wird von einem sehr festen Häutchen überzogen, dem Schmelzoberhäutchen. (Fig. 100.) Schmelz und Schmelzoberhäutchen werden von einer dem oberen Keimblatt angehörigen Cylinderzellenschicht, der Schmelzmembran abgesondert, Dentin und Cement von dem tiefer liegenden Dentinkeim und damit zusammenhängenden Zellenwucherungen und dem umgebenden Bindegewebe. Die Zähne stehen ursprünglich immer ausser Beziehung zum Skelet, an welches sie anwachsen, oder in dass sie sich einsenken. Bei den Selachiern zuerst auftretend erscheinen die Zähne der höheren Klassen als Vererbungen,

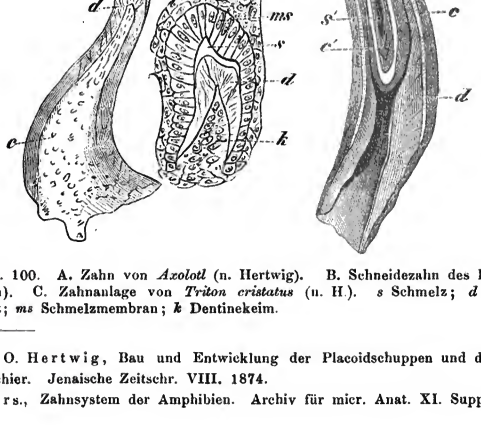


Fig. 100. A. Zahn von *Axolotl* (n. Hertwig). B. Schneidezahn des Pferdes (n. Owen). C. Zahnanlage von *Triton cristatus* (n. H.). *s* Schmelz; *d* Dentine; *c* Cement; *ms* Schmelzmembran; *k* Dentinekeim.

1) O. Hertwig, Bau und Entwicklung der Placoidschuppen und der Zähne der Selachier. Jenaische Zeitschr. VIII. 1874.

Ders., Zahnsystem der Amphibien. Archiv für micr. Anat. XI. Supp. 1874.

die in Gestalt und Structur den verschiedenen Bedürfnissen angepasst wurden.

Die Entstehung der Zähne selbst ist bei den Selachiern noch heute nachweisbar (Gegenbaur). Ihre Zähne sind mit den Placoidschuppen völlig gleichartig: beim Uebergange der äusseren Haut in die Mundschleimhaut werden die Hautzähne zu Kieferzähnen. Von hier an erscheinen Differenzirungen aus dem niedrigern Zustande. Die Zähne der Ganoiden stimmen nicht mehr mit den Ganoidschuppen, sind aber von Zahnbildungen der Selachier ableitbar. Noch weiter von den Schuppen entfernen sich die Zähne der Knochenfische. Auch Dipnoi und Chimären stehen den Selachiern durch hoch differenzirte Zähne gegenüber.

Die Zähne der Amphibien stehen auf einer niedrigeren Stufe als selbst bei vielen Knochenfischen. Es ergiebt sich aus der Vergleichung des Vorkommens und der Anordnung, dass die Vorfahren der Amphibien eine reichere Bezahnung auf den Knochen der Mundhöhle hatten. Die zwei im Oberkiefer der ächten Giftschlangen befindlichen langen und spitzen Giftzähne sind von einem Kanale durchbohrt, der sich von der Wurzel bis etwas vor die Spitze erstreckt. Der Kanal ist ursprünglich als Furche da, deren Ränder sich später schliessen. Die *Suspecti* haben nur Furchenzähne. In die Kategorie der Zahnbildungen gehört auch die eigenthümliche Bewaffnung des Zwischenkiefers bei den reifen Sehlangen- und Eidechsenembryonen, welche mit ihrer Basis an den Unterrand des Zwischenkiefers befestigt ist und, sich nach unten und vorn biegend, aus dem Munde hervorragt. Dieser Zahn dient wahrscheinlich zum Zerbrechen der Eischale.

Die Zahl der Knochen, welche Zähne tragen, ist bei den Säugethieren am meisten beschränkt, am ausgedehntesten bei den Fischen. Zur bequemeren Uebersicht mag folgende allgemeine Zusammenstellung dienen:

Zwischenkiefer. Säugethiere. Crokodile. Saurier. Fische. (*Esox. Salmo. Labrus* u. a.)

Oberkiefer. Säugethiere. Reptilien. Amphibien. Fische (viele *Salmones, Sudis* u. a.)

Unterkiefer. Säugethiere. Reptilien. Amphibien (mit Ausnahme der meisten ungeschwänzten Batrachier). Fische (viele *Salmones, Silurini* und *Pleuronectidae. Esox* u. a.)

Gaumenknochen. Ophidier. Saurier. Batrachier. Fische (mehrere *Salmones, Erythrinus, Sudis, Esox, Bagrus* u. a.)

Pflugscharbein. Batrachier. Fische (*Salmo, Heterobranchus, Rhombus* u. a.)

Parasphenoid. *Salamandra glutinosa.* Fische *(Sudis, Notopterus, Osteoglossum).*

Zungenbein. Fische (*Esox, Salmo* u. a.).

Kiemenbogen. Fische *(Esox).*

Obere und untere Schlundknochen. Viele Fische.

Darmkanal.

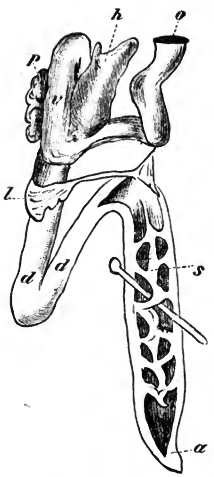


Fig. 101. Darmkanal des Störes. *o* Schlund; *v* Magen; *d* Dünndarm; *s* Klappendarm; *a* After; *h* Leber; *p* Pancreas; *l* Milz.

Den einfachsten Darmkanal hat *Amphioxus*; der vordere etwas erweiterte Theil, in den sich die Kiemenhöhle öffnet, und von dem ein nach vorn sich wendender Blindsack abgeht, kann als Magen betrachtet werden, und dieser geht in einen schwach gekrümmten kurzen Darm über. *Amphioxus* ist das einzige Wirbelthier, dessen Darmkanal in seinem ganzen Verlauf mit Flimmerepithelium versehen. Bei den Fischen findet sich fast immer ein Magen, zu welchem sich die Speiseröhre allmälig erweitert. Mit der Speiseröhre steht häufig (Störe, *Physostomi*) die Schwimmblase durch einen Luftgang in Verbindung. Ein anderer, von der Speiseröhre ausgehender Sack dient mehreren der *Gymnodontes* zum Aufblähen des Körpers. Am Magen lassen sich meist zwei Abtheilungen unterscheiden, eine vordere *pars cardiaca* und eine, häufig dünndarmähnliche *pars pylorica,* welche mit jener einen oft spitzen Winkel bildet, und hinter deren Uebergangsstelle in die dem Dünndarm und Dickdarm entsprechende Abtheilung (Mitteldarm) die Mündung der *appendices pyloricae* sich befindet. Der Mitteldarm geht in einen kurzen, in der Regel geraden Mastdarm über. (Fig. 101.)

Von den Veränderungen, welche die Häute des Darmkanals erleiden, sind die der Schleimhaut am beträchtlichsten und wichtigsten. Sie beziehen sich namentlich auf die Flächenvergrösserung,

theils durch Längsfalten, theils durch Querfalten und Zotten, theils auch durch die Bildung der sogenannten Spiralklappe, welche sich im Mitteldarme der Plagiostomen, Ganoiden und Doppelathmer findet. Die gewöhnliche Form derselben ist die einer Wendeltreppe, seltener ist sie in gerader Linie befestigt und eingerollt. Die Afteröffnung der Fische liegt vor der Harn- und Geschlechtsöffnung.

Trotz der so vielfachen sonstigen Körperverschiedenheiten zeigt der Darmkanal der Amphibien und Reptilien im Allgemeinen eine übereinstimmende Anordnung, welche sich an die Fische anschliesst. Die gewöhnlich weite Speiseröhre, die, wie der Magen, aber in geringerer Menge, Längsfalten der Schleimhaut besitzt, trägt bei den Seeschildkröten lange zahnartige Epithelialpapillen. Bei den Ophidiern findet ein unmerklicher Uebergang in den Magen statt. Häufig ist der Pförtnertheil durch eine Klappe oder Schleimhautfalte vom Darme geschieden. An diesem nimmt man zwei Abtheilungen wahr, den Mitteldarm und Afterdarm. Die Flächenvergrösserung des Mitteldarmes wird durch Falten und Zotten hervorgebracht, durch deren stärkere Entwicklung er sich vor dem Afterdarme auszeichnet, von dem er auch oft durch einen Wulst oder eine Klappe geschieden ist. Nicht selten findet sich am Anfange des Afterdarmes ein kurzer Blindsack.

Der Darmkanal der Vögel zeigt mannichfache Verschiedenheiten. In vielen Fällen findet sich eine sackförmige, selten (Tauben) doppelte Erweiterung der Speiseröhre, der Kropf, in welchem die Speisen, ehe sie in den Magen kommen, erweicht werden. Er fehlt z. B. den meisten Passerinen und Schwimmvögeln. Der Magen ist bei allen (ausser bei *Euphone*, aus der Familie der *Tanagridae)* doppelt, ein Vor- oder Drüsenmagen und ein Muskelmagen. Das Grössenverhältniss dieser beiden Abtheilungen ist kein bestimmtes; bei *Procellaria* übertrifft der Drüsenmagen den Muskelmagen am meisten. Die Lage und Anordnung der Drüsen ist gleichfalls sehr wechselnd. Der Muskelmagen, dessen Cardia und Pylorus immer sehr nahe bei einander liegen, ist besonders bei den Körnerfressern durch die Stärke seiner beiden scheibenförmigen Muskelwände ausgezeichnet bei sehr geringer Weite. Bei den fleischfressenden Vögeln ist er dünnhäutig. Eine Ausbuchtung vor der *portio pylorica,* die sich in einigen Fällen, am deutlichsten bei *Ardea* findet, kann als dritter Magen angesehen werden. Der Darm zerfällt immer in Dünndarm und Dickdarm. Der Dünndarm

bildet mit einem aufsteigenden und einem absteigenden Aste eine Schlinge, in welcher das Pancreas liegt; bei *Procellaria glacialis* sind ausnahmsweise acht solcher Schlingen vorhanden. Die Anfangsstelle des viel kürzeren und nur wenig weiteren Dickdarmes wird gewöhnlich durch die Insertion zweier Blinddärme, seltner eines bezeichnet. Die Blinddärme fehlen den meisten *Picariae* u. a. Bei vielen Vögeln bleibt an der früheren Einmündungsstelle des Dotterganges in den Dünndarm ein kleines Divertikel. Der Dickdarm ist gewöhnlich ganz kurz und mündet in die Kloake.

Die grossen Variationen, welche der Verdauungskanal der Säugethiere darbietet, richten sich meist nach der verschiedenen Nahrung und sind daher weniger wesentlich für die Speiseröhre, als namentlich für den Magen und für den Darm. Diese Theile haben im Allgemeinen eine viel beträchtlichere Zusammensetzung, der Darm eine auffallend grössere Länge bei den Frugivoren, als bei den Carnivoren. So haben die Fleischfresser (mit Ausnahme der Delphine), viele Nager, Edentaten, Beutelthiere u. a. einen einfachen Magen. An der Cardia des einfachen Magens der Pferde findet sich eine, den Zurücktritt der Speisen verhindernde Klappe. Ein Beispiel eines durch eine Einschnürung in eine drüsige *pars cardiaca* und eine mehr muskulöse *pars pylorica* getheilten Magens zeigt *Myoxus*, und weitere Abweichungen werden durch das Auftreten von blinddarmartigen oder taschenartigen Ausstülpungen zwischen Cardial- und Pylorusabtheilung hervorgebracht (z. B. bei *Manatus*, *Dicotyles torquatus* u. a.). Noch mehr Magenabtheilungen haben die ächten Cetaceen, Abtheilungen, die sich jedoch ziemlich gleich verhalten und sich dadurch wesentlich von den mehreren Magen der Wiederkäuer unterscheiden. Die meisten Wiederkäuer haben vier Magen, *Camelus*, *Auchenia* und *Moschus* drei.

Die Nahrung gelangt zuerst in den weiten Pansen *(rumen)* und aus ihm in den, seiner Funktion nach nicht wesentlich vom ersten Magen verschiedenen Netzmagen *(reticulum, ollula)*. Indem nun die Speiseröhre als Schlundrinne (die sich übrigens auch bei mehreren Nagern, *Lemmus*, *Hypudaeus arvalis* und *amphibius*, findet) sich über die Insertionsstelle des Pansen hinaus erstreckt, legt sich der Rand dieser Rinne beim Hinabschlucken des wiedergekäuten Bissens dergestalt vor den Eingang in den Pansen, dass der Bissen an ihm und seinem Anhange, dem Netzmagen vorübergleitend in den dritten Magen, das Buch, Psalter *(omasus)* geführt wird. Der vierte, mit dem Buche in Verbindung stehende

ist der Lab- oder Käsemagen *(abomasus)*. Im ersten Magen bildet die Schleimhaut kleine Zotten und Papillen, im zweiten netzförmige, wiederum Papillen tragende Hervorragungen, im dritten Erhebungen in Blätterform; unregelmässige Falten macht die Schleimhaut des *abomasus*. Bei dem ganz jungen Kalbe ist nur der vierte Magen ausgebildet; die drei übrigen entwickeln sich in dem Masse, als das Thier neben der Milch noch vegetabilische Nahrung geniesst. Auch die oben erwähnten Nager mit Schlundrinne, das Känguruh und die Faulthiere, käuen wieder.

Der übrige Darmkanal zerfällt in Dünndarm, Dickdarm und Mastdarm. Der Anfang des letzteren wird häufig durch einen, bei vielen Nagern bedeutend langen Blinddarm bezeichnet. After und Geschlechtsmündung sind getrennt. Nur die Monotremen besitzen eine wahre Kloake.

Speicheldrüsen. Den Fischen, Amphibien und vielen Reptilien (Crokodilen, vielen Cheloniern und Sauriern) fehlen die Speicheldrüsen. Sehr allgemein kommen sie den Ophidiern zu, wo sich eine, bei den ächten Giftschlangen rudimentäre oder verschwindende Oberkieferdrüse an der Aussenseite des Unterkiefers findet. Bei ihnen, vielen Sauriern und den Landschildkröten wird auch eine *glandula sublingualis* durch viele einfache Drüsenschläuche mit besonderen Ausführungsgängen gebildet.

Als eine modificirte Ohrspeicheldrüse hat die über und hinter dem Oberkiefer liegende Giftdrüse vieler Schlangen zu gelten. Ihr Secret wird theils durch die in ihrer fibrösen Hülle liegenden Muskelbündel, theils durch die Schläfenmuskeln ausgedrückt und durch einen besonderen Ausführungsgang zur Wurzel des Giftzahnes hingeleitet.

Bei den Vögeln kommen in der Regel vier Paar Speicheldrüsen vor. Die eine (Zungendrüse Meck., *folliculi linguales* Aut.) wird durch eine Reihe einfacher Blindsäcke gebildet, welche sich einzeln längs der Seitenflächen der Zunge öffnen. Ein zweites Paar (vordere Hälfte der Unterkieferdrüse Meck., *glandulae submaxillares* Aut.) befindet sich vorn zwischen den beiden Unterkieferästen, zwischen der äusseren Haut und der Mundhaut. Sie ist eine zusammengesetzte Drüse mit mehreren Ausführungsgängen, die sich vor der Zunge öffnen. Hinter ihnen sind auch gewöhnlich die einfachen Mündungen des dritten Paares (hintere Hälfte der Unterkieferdrüse Meck., *glandulae sublinguales* Aut.), das gewöhnlich kleiner ist und weiter nach hinten, an den

Zungenbeinhörnern liegt. Sehr allgemein ist ferner die Ohrspeicheldrüse da (Mundwinkeldrüse Meck., *parotides* Aut.), am Mundwinkel oder hinter dem Jochbogen, gewöhnlich mit einem Ausführungsgange. Ausserdem sind wohl häufig vorkommende einfache Drüsenfollikel an der Zungenwurzel hierher zu rechnen, während zahlreiche Drüsenhöhlen neben der Mündung der Eustachischen Röhre hinter den Choanen den Schleim absondernden Tonsillen der Säugethiere entsprechen. Diese sind besonders bei den Raubvögeln ausgebildet.

Bei den Säugethieren finden sich gewöhnlich die bei dem Menschen vorkommenden Speicheldrüsen, nämlich die *gl. parotis* und *submaxillaris* jederseits mit einem und die *sublingualis* mit zahlreichen Ausführungsgängen. Nur den echten Cetaceen fehlen sie ganz. Auch die Schleimdrüsen an Lippen, Backen und Gaumen, sowie die Tonsillen sind sehr allgemein verbreitet.

Die Speicheldrüsen wenigstens der Säugethiere zeichnen sich durch ihren ausserordentlichen Nervenreichthum aus, und es gehn die Nervenfasern direkt in die Speichelzellen über.

Leber. Mit Ausnahme von *Branchiostoma,* wo die Leberzellen, wie bei vielen wirbellosen Thieren, mit den Darmwandungen vereinigt sind, oder dessen Leber vielleicht nur in dem vom Anfange des Darmkanals abgehenden Blindsacke besteht, fehlt bei keinem Wirbelthier die aus einer Ausstülpung der embryonalen Darmanlage hervorgehende Leberdrüse, und in den meisten Fällen ist auch eine Gallenblase vorhanden, beide in der verschiedenartigsten Form und Ausdehnung.

Die sich durch ihren grossen Fettgehalt auszeichnende Leber der Fische ist weich und liegt in dem vorderen Theile der Bauchhöhle, von wo sie sich nicht selten sehr weit nach hinten erstreckt. In ihrer Gestalt ausserordentlich wechselnd, besteht sie im Allgemeinen entweder aus einem Stück (z. B. *Esox, Salmo trutta* und *fario)* oder sie ist zweilappig (z. B. *Cobitis fossilis, Perca fluviatilis)* oder dreilappig *(Gasterosteus aculeatus,* am deutlichsen bei den Cyprinen). Die Gallengänge bilden in der Regel nicht einen einfachen *ductus hepaticus*, sondern münden besonders in den *ductus cysticus* oder in die Gallenblase. Der *ductus choledochus* ergiesst die Galle gewöhnlich nicht weit hinter dem Pförtner in den Darm. Eine besonders grosse Gallenblase besitzt *Orthagoriscus mola;* sie fehlt bei *Petromyzon, Ammocoetes, Scomber leuciscus* und *Labrus turdus.*

Die Leber der Amphibien und Reptilien richtet sich im Allgemeinen in ihrer Form nach der Form des Thieres, daher sie bei den Schlangen langgestreckt, bei den Fröschen breiter ist. Ueber ihr Bestehen aus einem oder ihr Zerfallen in mehrere Lappen lässt sich etwas Bestimmtes nicht angeben, und auch das Verhältniss der verschiedenen Ausführungsgänge der Leber und der nur selten fehlenden Gallenblase ist wechselnd. Bemerkenswerth ist die abweichende Lage der Gallenblase bei den grossmäuligen Schlangen; hier befindet sie sich ziemlich weit entfernt von der Leber neben dem Anfang des Darmes, wo, hinter dem Pylorus, die Mündung des *ductus choledochus* oder die Mündungen des Blasendarmganges und des für sich bestehenden *ductus hepaticus* sind.

Die mit ihrer convexen Seite nach der Bauchwand, mit der concaven nach den Eingeweiden gerichtete Leber der Vögel zerfällt sehr allgemein in zwei Hauptlappen. Die Gallenblase ist meist vorhanden (fehlt z. B. den Tauben und Papageien). Nur selten *(Buceros)* findet sich ein gemeinschaftlicher *ductus choledochus;* in der Regel münden *ductus hepaticus* und Ausführungsgang der Gallenblase, in welche die Galle durch einen oder zwei *ductus hepatico-cystici* gelangt, gesondert hinter der Schlinge in den Darm.

Auch bei den Säugethieren bietet die äussere Form und Ausdehnung der Leber wenig Constantes. Man kann zwar in der Regel zwei Hauptlappen unterscheiden, doch mehrt sich deren Zahl bis auf sechs und acht, namentlich bei den Nagern, Affen und Fleischfressern. Die Gallenblase fehlt u. a. den ächten Cetaceen, mehreren Wiederkäuern (Hirsch, Kameel u. a.), dem Pferde, den Pachydermen (mit Ausnahme des Schweins). Gewöhnlich findet sich ein *ductus hepaticus,* der unter spitzem Winkel einen *ductus cysticus* absendet und hinter diesem als *ductus choledochus* weiter geht.

Die *appendices pyloricae* der Fische und die Bauchspeicheldrüse. Die *appendices pyloricae* sind blinddarmförmige Ausstülpungen des Darmes kurz hinter dem Pförtner, welche in verschiedener Anzahl sich bei vielen Fischen finden und theils einzeln, theils, wenn sie in grosser Menge (z. B. bei den Gadoiden, Scomberoiden) vorhanden sind, zu Büscheln oder auch drüsenartigen Massen *(Acipenser)* vereinigt, mit gemeinschaftlichen Ausführungsgängen in den Darm münden. Sie haben dieselben Häute wie der Darm und wurden gewöhnlich für das Homologon der Bauchspeicheldrüse gehalten, bis das Vorhandensein des *pancreas,*

theils simultan mit den *appendices pyloricae,* theils ohne die letzteren ausser Zweifel gesetzt ist. Die Fische, bei denen diese Drüse bis jetzt gefunden, sind: *Salmo salar*, *Clupea harengus, Gadus callarias, Cottus scorpius, Perca fluv., Pleuronectes platessa, Pleur. maximus, Belone longirostris* und *Cyprimus brama;* endlich auch beim Stör, der zugleich auch *appendices* besitzt. Bei den Aalen, Chimären und Plagiostomen betrachtet man eine, an Struktur dem Pankreas der höheren Wirbelthiere gleiche, in den Klappendarm mündende Drüse als Bauchspeicheldrüse.

Das einfache, seltner gelappte Pankreas der Amphibien und Reptilien liegt hinter dem Magen und mündet mit einem oder auch zwei Ausführungsgängen neben dem *ductus choledochus,* bisweilen mit ihm vereinigt in den Darm.

Bei den Vögeln liegt das röthlich-weisse, meist zweilappige Pankreas in der Duodenalschlinge; seine (gewöhnlich zwei) Ausführungsgänge endigen neben den Gallengängen. Zwei Hauptlappen zählt man in der Regel auch bei den Säugethieren. Der oder die beiden Ausführungsgänge verhalten sich verschieden. Ist nur einer vorhanden, so verbindet er sich entweder mit dem *ductus choledochus* oder mündet für sich in den Darm; sind zwei Ausführungsgänge da, so führen entweder beide in den Darm, oder einer in den Darm, der andere in den *ductus choledochus.*

Anhangsweise sei hier die *Bursa Fabricii* der Vögel erwähnt, ein kleines drüsiges, zwischen Wirbelsäule und Enddarm liegendes hohles Organ unbekannter Bedeutung.

Gefässsystem. Auch hier steht *Amphioxus* isolirt unter allen Wirbelthieren, indem bei diesem Fische das Gefässsystem wegen Abwesenheit des Herzens, bei Contractilität aller grösseren Gefässstämme eine merkwürdige Uebereinstimmung mit dem Circulationsapparate der Anneliden zeigt. Ein grösserer, unter der Kiemenhöhle gelegener Stamm ersetzt das Kiemenherz der übrigen Fische; er empfängt das Blut aus dem Hohlvenenstamme und treibt es durch zahlreiche kleine Bulbillen in die Kiemenarterien, deren man 25 bis 50 zählt. Aus den Kiemen sammelt sich das Blut in eine Körperaorta, über dem Kiementhorax, zu welchem auch vorn zwei herzartige Aortenbogen aus der das Kiemenherz repräsentirenden Röhre führen. Ausser diesen erwähnten Gefässen gehört zu den grösseren contractilen Stämmen ein an der Bauchseite des Intestinum gelegenes Pfortadernetz.

Herzbeutel. Herz. Die in das Herz mündenden und aus dem Herzen kommenden Stämme.

Das Herz der Wirbelthiere ist mit einem Herzbeutel versehen, dem der Herzbeutel der Mollusken analog ist, mit dem man aber nicht den vevösen Sinus der Crustaceen verwechseln darf. In ihm liegt das Herz gewöhnlich in der Art, dass der sich (wie eine Zipfelmütze) einstülpende Herzbeutel auch einen unmittelbaren Ueberzug bildet. Bei den Cyclostomen (mit Ausnahme von *Petromyzon*), den Stören, Chimären und Plagiostomen communicirt die Herzbeutelhöhle durch eine Klappe oder Röhre mit der Bauchhöhle.

Das an der Kehle, zwischen den Seitentheilen des Schultergürtels und unter dem Kiemengerüst gelegene Herz der Fische ist Kiemenherz; es empfängt das venöse Blut des Körpers und treibt es in die Kiemen, von wo es nicht zum Herzen zurückkehrt, sondern in die Körperarterien übergeht. Es besteht aus einer Vorkammer und einer Kammer; nur bei Lepidosiren finden sich zwei Vorkammern, eine linke für das Lungenvenenblut, eine rechte für das Körpervenenblut.

Bei den Selachiern und Ganoiden folgt auf die Kammer ein Arterienstiel, in welchem 3 bis 6 Klappenreihen angebracht sind, und der einen sehr plötzlich aufhörenden Muskelbeleg von derselben Beschaffenheit wie die quergestreiften Herzmuskeln besitzt. Es ist eine wirkliche Herzabtheilung. Dieselbe fehlt auch bei den Knochenfischen nicht ganz, ist jedoch kürzer (Ausnahme: Hecht) und entbehrt der mehrfachen Klappenreihen. Dem gleichnamigen Abschnitte der höheren Wirbelthiere entsprechend ist er *conus arteriosus* zu nennen. Zwischen ihm und den Kiemenarterien hat sich nun bei den Knochen-

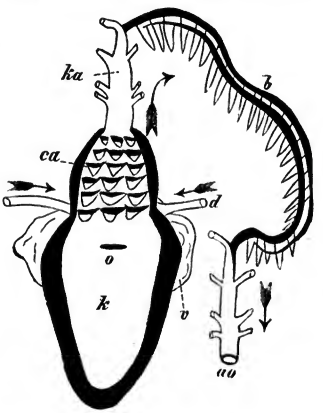


Fig. 102. Herz u. Kieme des Haies. *v* Vorkammer; *d* Quervenen, ductus Botalli; *k* Kammer; *s* Oeffnung zur Vorkammer; *ca* Conus arteriosus; *ka* Kiemenarterie; *b* Kieme; *ao* Aorta.

fischen ein eigner Abschnitt, der *bulbus arteriosus* entwickelt, also morphologisch und physiologisch von jenem *conus arteriosus* verschieden, ohne Klappen und ausgestattet mit einer beträchtlichen Anschwellung der contractilen glattfaserigen Gefässschicht, welche durch die Kiemenvenen und Körperarterien geht. Will man ihn auch Arterienstiel nennen, so hat man sich also die auseinandergesetzte Verschiedenheit gegenwärtig zu halten.

Der aus dem Arterienstiel hervorgehende Kiemenarterienstamm giebt rechts und links die Kiemenarterien ab. Die Kiemenvenen treten zur Bildung der *aorta descendens* zusammen, nachdem sie bei den meisten Fischen schon die Karoditen und andere für das Herz, das Zungenbein, den Kiemenapparat u. s. w. bestimmte Arterien abgegeben. Indem bei den Knochenfischen die aus der Vereinigung der Kiemenvenen entstandenen Bogen sich auch vorn unter der *basis cranii* vereinigen, entsteht der sogenannte *circulus cephalicus s. arteriosus.* Während sich bei *Amphipnous* die Venen der Athemsäcke, so wie die Venen des 2. und 3. Kiemenbogens nicht in die Aorta, sondern in die *venae ingul.* ergiessen, erhält das Herz dieses Fisches nicht blos venöses, sondern auch arterielles Blut; auch werden bei diesem Fische alle Weichtheile des Kopfes aus dem Kiemenarterienstamme mit Blut versorgt. Letzteres geschieht auch bei der dem *Amphipnous* nahe stehenden Gattung *Monopterus,* obgleich ihm die Athemsäcke fehlen. Hier respiriren vielleicht die Capillaren der Mund- und Schlundschleimhaut (Hyrtl).

Die beiden Vorkammern von Lepidosiren sind nicht vollständig getrennt und communiciren mit der Kammer nur durch eine Oeffnung. Die Aorta geht aus der Vereinigung des 1. und 2. Aortenbogens hervor, die Lungenarterie entspringt aus dem 3. Bogen.

Die mit Kiemen athmenden Batrachierlarven und Perennibranchiaten schliessen sich mit ihrem Kreislauf eng an die Fische an, indem sich Klappenreihen im *bulbus arteriosus* finden, und die *venae branchiales* nicht, wie die Lungenvenen, zum Herzen zurückkehren, sondern nach Abgabe der Arterien für die vorderen Körpertheile sich zu einer *aorta descendens* vereinigen.

Bei allen Amphibien und Reptilien besteht ein doppelter Kreislauf, und überall tritt eine Vermischung beider Blutarten ein. Der Unterschied beruht nur im Grade. Der Vorhof hat stets zwei Abtheilungen. Die rudimentäre Scheidewand des einfachen Ventrikels, aus verflochtenen Muskeltrabekeln bestehend, schliesst sich nur bei den Crokodilen zu einer vollständig dicht absperrenden

Schicht. Der aus diesem Ventrikel hervorgehende Abschnitt — *bulbus* oder *truncus arteriosus* — ist durch Scheidewände in verschiedene Blutbahnen getheilt, und sämmtliche Arterienstämme nehmen aus ihm ihren Ursprung. Der dem Atrium zunächst gelegene Abschnitt der Hohlvenen, d. h. der dem Herzen das Blut zuführenden Stämme, enthält sackartige Erweiterungen, welche durch ihr besonderes Verhalten zu den übrigen Herzabtheilungen die Bedeutung einer centralen Abtheilung des Gefässsystemes bekommen.

Bei den Embryonen theilt sich der einfache Stamm des *truncus arteriosus* in zwei Aeste, in paarige Bogen — *arcus aortae* —; deren seitliche Verbindungen *ductus Botalli* genannt werden, und aus deren Vereinigungen die Aortenwurzeln hervorgehn. Dieselben vereinigen sich zur *Aorta descendens*. Bei den geschwänzten Amphibien findet man auch noch im erwachsenen Zustande Andeutungen des 4. Aortenbogens der Larve, und bei den Salamandern besteht zwischen den beiden letzten der drei vorhandenen Bogen eine offene Verbindung *(ductus Botalli)*. Bei den Fröschen sind die drei Bogen jederseits völlig getrennt, und auch bei allen Reptilien finden sich stets drei Paar Aortenbogen, als Grundlage der bleibenden Gefässe. Stets enthält das unterste Paar die Anlage der Zungenarterien. Das zweite Paar stellt die Wurzeln der *aorta descendens* dar. Die wesentlichsten, aus dem vordersten Bogenpaare hervorgehenden Gefässe sind die Karotiden.

Im Bulbus der Amphibien sind *arteria pulmonalis* und *aorta sinistra* blos unvollständig durch eine Längsfalte geschieden. Bei den Reptilien erscheint diese Falte bis zur gegenüberliegenden Wand verlängert, daher die linke Aorta von ihrem Ursprung an vollständig abgetrennt ist. Bei den Crokodilen bleibt aber an der Basis der Scheidewand zwischen rechter und linker Aorta eine Oeffnung *(foramen Panizzae)*, welche von den sich öffnenden Semilunarklappen im Grunde der linken Aorta nicht bedeckt zu werden scheint; und deshalb würde selbst bei dieser Ordnung trotz des Abschlusses der Kammern keine völlige Sonderung des grossen und kleinen Kreislaufes stattfinden. Bei den Amphibien scheint[1]) im Ventrikel eine ausgiebige Vermischung beider Blutarten statt zu finden. Bei den Reptilien ist durch die Leisten, Vorsprünge und die mehr oder minder vollständige Trennung der Kammern dafür

1) Trotz der gegentheiligen Behauptung Brücke's. Wir folgen Fritsch, Amphibienherzen. Archiv.-Anat. 1868.

gesorgt, dass bei freier Lungenthätigkeit die Trennung der Blutarten eine fast vollständige ist. Ist die Athmung beim Tauchen unterbrochen, so staut sich das aus dem Körper zurückkehrende Blut vor dem Lungenkreislauf an, und erst wenn jene Erweiterungen der Hohlvenen, die *sinus venosi* angefüllt sind, verbreitet sich ein Theil des Blutes, der sonst den Weg durch die Lungen nähme, vermöge der Communicationen beider Bahnen im Körper. Nach allen diesen Verhältnissen erscheint also das Reptilienherz vom Amphibienherzen nicht scharf getrennt.

Erst bei den Vögeln und Säugethieren ist eine vollkommene Scheidung des arteriellen und venösen Systems eingetreten, und nie, wenigstens nicht bei ausgewachsenen Thieren communiciren die Herzabtheilungen, zwei Kammern und zwei Vorkammern mit einander. Bei den Vögeln nimmt der den linken an Ausdehnung übertreffende rechte Vorhof die drei Hohlvenen auf. Die Kammer ist gegen den Vorhof durch eine lange dicke muskulöse Klappe geschlossen, und die morphologische Aehnlichkeit derselben mit der entsprechenden Schlussvorrichtung bei den Crokodilen zeigt, dass die Klappe der Vögel unverkennbar, wenn auch in geringerer Differenzirung, bei den Reptilien vorgebildet ist. Aus der rechten Kammer geht die Lungenarterie ab, geschieden durch drei *valvulae seminulares*. Die beiden Lungenvenen ergiessen ihr Blut in die linke Vorkammer. Der Eingang aus dieser in die linke Kammer ist mit einer dünnhäutigen zweizipfeligen Klappe versehen, und die durch ihre ausserordentlich dicken Wandungen sich auszeichnende linke Kammer hat am Eingange in die Aorta auch drei halbmondförmige Klappen. Das Herz der Säugethiere ist in seinen speciellen Einrichtungen nicht aus dem Vogelherzen abzuleiten, und so sind natürlich auch die Klappenvorrichtungen des *Ornithorhynchus*, welche eine gewisse Aehnlichkeit mit denen des Vogelherzens zeigen, keineswegs Uebergangsstadien. Bemerkenswerth ist die sinusartige Erweiterung der *arteria pulmonalis* vieler Taucher (Delphin, Seehund u. a.). Sie dient zur Ansammlung des venösen Blutes, während das Thier unter Wasser ist und nicht athmen kann.

Accessorische Herzen kommen sowohl an dem Arterien-, als an dem Venensystem vor. Hierher gehört die muskulöse Anschwellung an der *arteria axillaris* der Chimären und *Torpedo*. Ein Venenherz sehen wir an der *vena caudalis* von *Anguilla* und *Muraenophis*, ein Pfortaderherz bei den Myxinoiden.

Allgemeine Uebersicht über das Arteriensystem.

In der Umwandlung der Kiemenathmung in die Lungenathmung bei den nackten Amphibien und in der Entwicklung des Gefässsystems der höheren Thiere ist uns Gelegenheit gegeben, das Aortensystem der Fische mit den Lungengefässen und den Aorten der Luftathmer zu vergleichen. Indem die Kiemen mit den auf und an ihnen verlaufenden Gefässen eine Rückbildung erleiden und verschwinden, zu gleicher Zeit aber die vorher sehr unbedeutenden Communicationszweige zwischen Kiemenarterien und Kiemenvenen stärker geworden sind, entstehen mehrere Paare von Gefässbogen. Das vordere, ohne sich zu vereinigen, giebt die Arterien für Hals oder Kopf ab; das oder die hinteren Paare treten zur Bildung der *aorta descendens* zusammen. Aus einem dieser Bogenpaare sind auch die Lungenarterien entsprungen, deren Wachsthum mit der Ausbildung der Lungen vorwärts schreitet, und deren Entstehung später jederseits durch einen *ductus arteriosus Botalli*, d. h. einen Verbindungszweig zwischen Lungenarterie und Aorta angezeigt wird. Auch bei den Embryonen der höheren Thiere finden sich Anfangs mehrere Aortenbogen, aus welchen sowohl die Lungenarterien, als die Gefässe der vorderen Körpertheile gehen. Erst später treten die Lungenarterien bis zum Herzen zurück und communiciren dann nicht mehr mit der Aorta. Die Vögel, Säugethiere und der Mensch behalten nur einen Aortenbogen übrig. So sind also alle diejenigen Gefässe, welche von den Kiemenvenen vor ihrer Vereinigung zur Aorta abgegeben werden, denjenigen Arterien der höheren Thiere anolog, welche im Fötalzustande derselben aus dem Aortenbogen kamen oder aus dem bleibenden Aortenbogen entspringen.

Wiewohl die Aorta die vornehmste, die Wirbelsäule begleitende Arterie ist, giebt es doch auch andere, längst der Wirbelsäule verlaufende Arterien, welche besondere Systeme bilden, die theils zusammen vorkommen, theils sich ersetzen, und durch deren allgemeine Betrachtung erst die Anordnung des Arteriensystems beim Menschen sich begreifen lässt.

1. System der *arteria subvertebralis impar*. So wird die Arterie bezeichnet, welche bei allen Wirbelthieren gewöhnlich *aorta descendens* genannt wird, bei den Myxinoiden aber auch, aus den Kiemenvenen entstehend, als *aorta ascendens* unmittelbar nach vorn sich fortsetzt.

Hierher gehören also: *aorta descendens*,
arteria sacralis media s. caudalis.
arteria vertebralis impar (Schlangen, Myxinoiden.
arteria vertebralis media capitis (Myxinoiden).

2. System der *arteriae subvertebrales laterales*, Stämme, welche durch ihre Lage zur Seite der *subvertebralis impar* und, wie diese, unter der Wirbelsäule, unter und vor den Rippenköpfchen, bestimmt werden.

arteria cervicalis profunda
intercostalis prima
iliolumbalis
sacra lateralis
carotides
} Mensch u. Säugethiere.

subvertebrale Stämme der Kopfarterien der Fische (*circulus cephalicus*).

3. System der *arteriae vertebrales laterales s. transversales.* Sie liegen über den Rippenköpfchen oder im Kanal der Querfortsätze.

arteria vertebralis (Mensch, Säugeth., Vögel, Crokodile).
art. intercostalis communis anterior und *posterior* (Vögel, Schildkröten).

Die *intercostalis prima* des Menschen ist also nicht der *art. intercostalis comm. anterior* der Vögel und Schildkröten homolog. Beide ersetzen sich in der Abgabe von Intercostalästen.

4. System der *arteriae spinales anteriores* und *posteriores* am Rückenmark. Diese Arterien können aus jedem der drei erstgenannten Systeme entspringen; sie begeben sich durch die Intervertebrallöcher. So allgemein aufgefasst, muss man die *carotis cerebralis* mit ihren Verzweigungen hierher rechnen, analog den *arteriae spinales* der Wirbelsäule.

5. System der *arteriae epigastricae.*

Unpaarige *epigastrica descendens* aus den Kiemenvenen einiger Fische (*Lucioperca*, *Aspro*).
Paarige *epigastrica ascendens* und *descendens* aus der *subclavia* von *Esox*.

mammaria interna sive epigastrica anterior
und
epigastrica inferior der übrigen Wirbelthiere.

6. System der *arteriae intercostales.*

intercostales ventrales, aus den *epigastricae*,
intercostales dorsales, verschiedenen Ursprungs.

Allgemeine Uebersicht über das Venensystem.

In allen Wirbelthieren findet sich ursprünglich dieselbe oder eine nur wenige Abweichungen zeigende Anlage des Venensystems, die indessen nur bei den Fischen persistent bleibt, bei den übrigen aber sehr bedeutende Veränderungen erleidet. Die Embryone der Wirbelthiere haben zwei Paar Venenstämme, von denen man das vordere die Jugularvenen oder vorderen Kardinalvenen, das hintere die hinteren Kardinalvenen oder auch blos Kardinalvenen nennt. Indem beide Stämme jeder Seite sich vereinigen, bilden sie zwei quere Stämme, die *ductus Cuvieri*, welche, zu einem gemeinsamen Gange vereinigt, sich in die ursprünglich einfache Vorkammer des Herzens ergiessen. Bei vielen Knochen-Fischen bleibt der linke Stamm der hinteren Kardinalvenen gegen den rechten zurück, und dieser letztere allein hängt später mit der oder den beiden Schwanzvenen *(vena caudal. profunda)* zusammen. Eine Asymmetrie wird bei den Fischen herbeigeführt, indem die hinteren Kardinalvenen, zu einem gemeinschaftlichen Körpervenenstamm vereinigt, mit der *vena jugularis sinistra* einen *sinus venosus* bilden, in welchen sich die *vena jugularis dextra* einsenkt.

Bei den Schlangen bleiben von den Kardinalvenen, nachdem sie sich von den *ductus Cuvieri* losgelöst, nur die sogenannten *venae renales advehentes* als Fortsätze der *vena caudalis* übrig, mit denen bei den Fröschen, Eidechsen und Crokodilen sich die Venen der Hinterbeine verbinden. Bei den Vögeln gehen die Reste der hinteren Kardinalvenen als *venae renales advehentes* in die *venae iliacae.* Bei den Säugethieren gehen, nachdem die hinteren Hälften der hinteren Kardinalvenen verschwunden, die Schwanzvenen in die unterdessen entstandenen *venae hypogastricae* über. Die vorderen Hälften der Kardinalvenen verschwinden nicht gänzlich und werden zum oberen Ende der *vena azygos* und *hemiazygos*,

die bei mehreren Säugethieren (Schwein, Wiederkäuer u. a.) getrennt bleiben.

Bei den Schlangen, Vögeln und Säugethieren verkürzt sich der gemeinsame Kanal der Cuvier'schen Gänge und wird in die sich erweiternde, ursprünglich einfache Vorkammer mit aufgenommen, so dass dann jeder Gang für sich, nach Entstehung der Scheidewand in das rechte *atrium* mündet. Sie erscheinen demnach bei den Amphibien, Vögeln und einigen Säugethieren (Fledermaus, Ratte, Kaninchen u. a.) als die zwei oberen Hohlvenen. Bei anderen Säugethieren bildet sich zwischen den *venae jugulares* eine Anastomose, der Theil der linken Jugularvene zwischen der Anastomose und dem *ductus Cuvieri* ihrer Seite wird resorbirt, daher nur der rechte *ductus Cuvieri* als vordere Hohlvene auftritt, der linke aber als das vordere Ende der *vena hemiazygos* übrig bleibt. Bei den Thieren mit vorderen Extremitäten ergiessen sich die *venae subclaviae* in die Jugularvenen.

Die beiden Venenstämme vor dem Herzen bei den Embryonen vielleicht aller Wirbelthiere sind die Jugularvenen, welche die Venen aus dem Schädel, dem Gesicht und der Zunge aufnehmen. Die meisten Wirbelthiere, nämlich die Fische, Frösche, Schlangen, Vögel und ein Theil der Säugethiere, viele Nager, Pferd, Wiederkäuer) behalten jederseits nur eine, der *vena jugularis externa* des Menschen entsprechende Drosselvene; bei den Eidechsen und Crokodilen aber und anderen Säugethieren bildet sich eine zweite Drosselvene *(v. jugularis interna)* aus der ersten hervor. Indem bei den Vögeln die beiden Jugularvenen mit einander anastomosiren, erlangt gewöhnlich die rechte eine grössere Weite als die linke, und letztere kann sogar (bei den Spechten) ganz verschwinden.

Mit Ausnahme der Fische, wo das System der Jugular- und Kardinalvenen bleibt, treten bei den Wirbelthieren Vertrebralvenen auf, welche die Venen der Wirbelsäule und Rippen aufnehmen, die früher mit den Jugular- und Kardinalvenen zusammenhingen. Man bezeichnet sie als *venae vertebrales anteriores* und *posteriores*, die sich jedoch sehr verschieden hinsichtlich ihrer Lage zu den Wirbeln verhalten, indem sie bald unter den Querfortsätzen, bald über den Rippenköpfchen sich befinden, und die man, analog den Arterien, auch in mehrere Systeme bringen kann. So erhält man folgende:

1. System der paarigen Subvertebralvenen. Will man consequent die Venen nach ihrem Verhältniss zur Wirbelsäule grup-

piren, so darf man das System der hinteren Kardinalvenen der Fische nicht als dem System der *vena azygos* und *hemiazygos* der höheren Wirbelthiere, denen die *venae vertebrales inferiores* der Batrachier und Ophidier entsprechen, fremd betrachten, sondern die hinteren Kardinalvenen der Embryone und dieselben persistenten Adern der Fische werden nur durch die *vena azygos* und *hemiazygos* wiederholt. Am Halse der Säugethiere sind die Analoga dieser (von Müller wegen ihrer ursprünglichen Symmetrie *conjugatae* genannten Venen) die *venae profundae cervicis.*

2. System der *venae vertebrales laterales s. transversales*; liegen wie die gleichbenannten Arterien über den Rippenköpfchen oder im Kanal der Querfortsätze. Es sind die *venae vertebrales* am Halse der Schildkröten, Vögel und Säugethiere (*venae vertebrales profundae*), die *venae vertebrales posteriores* der Chelonier, Crokodile und Vögel, welche hier für das System der *azygos* auftreten.

3. System der *vena subvertebralis media.* Dies ist das System der hinteren Hohlvene, welche sich bei den Amphibien, Reptilien, Vögeln und Säugethieren findet, und dem das Pfortadersystem untergeordnet ist. Bei den Fischen wird das System der unteren Hohlvenen allein durch das Pfortadersystem repräsentirt.

Die Wundernetze.

Ausser der feinen Zertheilung der Gefässe in den Kapillarnetzen, zum Zweck der Ernährung, und in den Blutdrüsen ohne Ausführungsgänge finden wir auch sehr häufig noch eine andere Art von Gefässzertheilung, die schon längst unter dem Namen der Wundernetze (*rete mirabile*) bekannt ist. Die Wundernetze kommen sowohl an den Arterien, als an den Venen vor und in verschiedener Anordnung. Entweder geht das Gefäss nur einmal in die anastomosirenden oder nicht anastomosirenden Kanäle des Wundernetzes über, und diese zertheilen sich zuletzt in die Kapillaren (diffuse oder unipolare Wundernetze, *rete mirab. unipolare*), so dass das Wundernetz nur einen Wirbel hat; oder die Röhren des Wundernetzes sammeln sich wieder zu einem oder mehreren Stämmen, und erst diese nach weiterem Verlauf gehen in das Kapillarnetz über (bipolare oder amphicentrische Wundernetze). In beiden Fällen kann die Bildung des Wundernetzes sich einfach auf die Arterien oder Venen (*ret. mir. simplex*) oder auf Arterien und Venen zugleich (*r. m. geminum*) erstrecken, wo dann die Zweige der arteriösen und venösen Theile des Wundernetzes zwischen und neben

einander zu liegen pflegen, so dass sie sich berühren, ohne mit einander zu communiciren. Wir wollen die vorzüglichsten Wundernetze aufführen.

1. Das Wundernetz der Pseudobranchie. Die sogenannten Nebenkiemen oder Pseudobranchien sind gefäss- und blutreiche, den meisten Fischen zukommende Organe, welche zum Theil ein kiemenartiges Aussehen haben, zum Theil drüsenartig sind und bei den Knochenfischen im vorderen und oberen Theile der Kiemenhöhle liegen, bei den Plagiostomen aber am vorderen Rande des Spritzloches angewachsen sind. Die kiemenartigen Pseudobranchien liegen frei, die drüsigen sind von Haut und Muskeln bedeckt und oft sehr versteckt. Die feineren Elemente beider Arten sind gleich; es sind Federchen, gebildet aus knorpeligen Stielen, welche zwei Reihen von Blättchen tragen. Die Pseudobranchie erhält arterielles Blut von der *arteria hyoidea-opercularis* (aus der ersten Kiemenvene) oder vom *circulus cephalicus*. Die Arterie vertheilt sich in den Federchen in abweichender Weise, als die Gefässvertheilung auf den Kiemenblättchen ist, indem nicht ein feines Gefässnetz gebildet wird, sondern der Arterienzweig eines jeden Blättchens nur in wenigen Bogen zur Vene gelangt. Die Vene der Pseudobranchie ist die *arteria ophthalmica magna* für die Chorioidaldrüse und die Chorioidea.

Die Pseudobranchie bietet also ein Beispiel eines *rete mirabile bipolare simplex* dar.

2. Die Chorioidaldrüse der Fische und die Wundernetze der *chorioidea* der übrigen Wirbelthiere. Die Chorioidaldrüse der Fische ist eins der ausgebildetsten Wundernetze, ein bipolares Zwillingswundernetz. Sie steht in genauer Beziehung zur Pseudobranchie, indem sie bei den allermeisten Knochenfischen, welche letztere besitzen, gleichfalls beobachtet ist, bei anderen aber, die die Pseudobranchie nicht haben (z. B. Welse, Aale), auch fehlt. Nur die Störe und Plagiostomen haben die Pseudobranchie ohne die Chorioidaldrüse. Die *vena ophthalmica magna* bildet, ehe sie sich auf der *chorioidea* verzweigt, ein amphicentrisches Wundernetz, und zwischen diesen Röhren liegt das gleichfalls amphicentrische Wundernetz, in welches die Chorioidalvenen vor ihrem Uebergange in die *vena ophthalmica magna* sich verzweigen.

Auch die übrigen Wirbelthiere haben Wundernetze der *chorioidea*, aber diffuse. Bei ihnen ist die Chorioidaldrüse das äussere Blatt der *chorioidea*, in welchem die grössere Verzweigung der *arteriae ciliares posteriores breves* vor sich geht, und hieraus erst entspringt das eigentliche tiefere Kapillarnetz der Aderhaut. Mit den Venen verhält es sich ebenso.

3. Die Wundernetze der Karotiden. Die aus der ersten Kiemenvene entspringenden Karotiden der Plagiostomen bilden in der Gegend der Augenhöhlen ein amphicentrisches Wundernetz. Dies ist auch bei den Vögeln an dem für die Augen bestimmten Aste der *ca-*

rotis interna häufig. Bei den Säugethieren ist es namentlich die *carotis cerebralis* (Wiederkäuer, Pachydermen), welche im Innern des Schädels in ein bipolares Wundernetz übergeht. Ein sehr schönes Wundernetz wird bei der Katze durch die inneren Gesichtsarterien gebildet hinten in der Augenhöhle.

Die *art. sphenopalatina*, eine unmittelbare Fortsetzung der *carotis*, bildet bei denselben pflanzenfressenden Säugethieren, welche das carotische Wundernetz besitzen (*Antilope*, *Capra*, *Ovis*, *Cervus*, *Bos*, *Scrofa* und wahrscheinlich noch anderen) ein ausgezeichnetes Nasalwundernetz. Dasselbe überzieht sämmtliche Wandungen der Nasenhöhle, mit Ausnahme der Siebbeinzellen, d. h. die der Berührung mit der eingeathmeten Luft ausgesetzte Fläche der Nasenhöhle, mit Ausnahme der eigentlichen Riechsphäre, und unterscheidet sich dadurch von allen übrigen bisher bekannt gewordenen Wundernetzen, dass die Kapillargefässe unmittelbar von seinen Stämmen abgehen, während sie sonst durch allmälige Verjüngung der Arterienzweige entstehen.

4. Die Wundernetze der Schwimmblase. Das Gefässsystem der Schwimmblase der Fische zeigt alle mögliche Formen der Wundernetze. Ein diffuses, über die ganze Schwimmblase ausgebreitetes besitzen die Cyprinen; auch die Hechte haben diffuse Wundernetze in Form von Wedeln, zwischen denen das eigentliche Kapillarnetz, aber in geringer Ausdehnung, sich befindet. Gewöhnlich aber sind diese Wundernetze noch mehr concentrirt, indem es zur Bildung der sogenannten rothen Körper oder Blutgefässkörper kommt. Diese finden sich als bipolare Wundernetze u. a. bei *Gadus*, *Perca*, *Lucioperca*, am vollständigsten bei den Aalen.

5. Die Wundernetze am chylopoetischen System. Diese Wundernetze gehören zu den vereinzelten Erscheinungen. Sie kommen namentlich bei einigen Haien, den Thunfischen und dem Schweine vor.

Bei *Lamna cornubica* muss alles für Darm, Magen, Leber, Milz, Pancreas bestimmte Blut vor der Vertheilung auf die Eingeweide durch zwei, im obersten Theile der Bauchhöhle vor und seitlich vom Schlunde liegende Wundernetze, durch welche auch die Venen zurückkehren. Ein unipolares Wundernetz findet sich am Klappendarm von *Squalus vulpes*. Noch complicirter als bei *Lamna cornubica* ist die Bildung der *retia mirabilia* bei den Thunfischen, indem bei ihnen nicht nur der grösste Theil der Eingeweidearterien vor ihrer Vertheilung, sondern auch die Gefässe des Pfortadersystems, ehe sie in die Leber treten, durch die amphicentrischen Wundernetze gehen. Die kleineren derselben sind spindelförmig, die grösseren gleichen Kegeln, die mit ihrer Basis der Leber angewachsen sind.

Beim Schweine bilden die Gekrösarterien ein diffuses Wundernetz.

6. Intercostalwundernetze werden bei den ächten Cetaceen durch die *arteriae intercostales* gebildet.

7. Die Wundernetze an den Extremitäten und im Schwanze finden sich bei vielen Säugethieren; so an der *arteria*

brachialis der Cetaceen, an der *art. brachialis* und *cruralis* mehrerer Edentaten (Faulthier, Gürtelthier), Tarsier u. a. Bei den Raubvögeln, besonders *Sarcoramphus gryphus* werden die *artt. radialis* und *cubitalis*, auch die *brachialis profunda* und die *axillaris* von einem dichten venösen Netze umsponnen und wie von einer Scheide umgeben. An den Beinen von *Carbo corm.* und *Cygnus olor* umspinnen venöse Plexus einen Theil der *arter. tibialis*. Am Schwanze sind sie bei *Myrmecophaga* und *Bradypus* beobachtet. Auch die Venen können daran Theil nehmen. Diese Netze gehören zu den unvollkommensten, da sie sich häufig nur auf das Zerspalten eines Theils des Gefässes in eine nicht gar grosse Anzahl Nebenzweige beschränken, durch welche der Hauptstamm hindurchtritt.

Den Nutzen der Wundernetze hat man hauptsächlich in einer mechanischen, localen Verlangsamung gesucht, eine Erklärung, die freilich für die venösen Netze ganz unbefriedigend ist. Allerdings wird in der Regel wegen der vermehrten Reibung der Blutlauf verlangsamt werden. Damit aber wird ein reichlicherer Stoffwechsel möglich, und nun sind die venösen Netze an ihrem Platze. Eine solche Auffassung scheinen z. B. die Gekröswundernetze des Schweines zu verlangen. Anders die Wundernetze der Extremitäten von *Bradypus*. Hier scheinen sie ein Mittel zu sein, bei den lang anhaltenden Muskelcontractionen dem Zusammendrücken der Adern vorzubeugen und den Blutlauf ungehemmt von Statten gehen zu lassen. Aehnliches wird für die rein venösen Wundernetze am Flügel der hoch und anhaltend fliegenden Vögel gelten, und auch an den Beinen der Vögel scheinen sie den Druck des *tibialis anterior* und seiner Flechse paralysiren zu sollen.

Lymphgefässsystem.

Das den Wirbelthieren (mit Ausnahme von *Amphioxus*) allgemein zukommende Lymphgefässsystem entsteht in Form eines Netzwerkes, das dem Kapillarnetz der Blutgefässe ähnlich ist, aber stärkere Kanäle hat. Die Lymphgefässchen finden sich in fast allen Organen; nur in den Knochen und im Auge sind sie bis jetzt nicht beobachtet. Die aus den Netzen hervortretenden Zweige sammeln sich zu grösseren, in die Venenstämme einmündenden Stämmen. Das Lymphgefässsystem nimmt innerhalb der Gewebe die aus den Blutgefässen ausgeschwitzte Gewebsflüssigkeit auf und führt sie mittelst feiner Sammelröhren wieder den Blutgefässen zu. Gleicher Weise wird durch den, den chylopoetischen Abschnitt umspinnenden Theil des Lymphgefässsystems der Chylus, der rohe Speise-

saft, aufgenommen. Innerhalb des Systems, in den Lymph- und Mesenterialdrüsen, werden die Lymphzellen oder farblosen Blutkörperchen gebildet.

Bei den Fischen liegen ein oder mehrere Stämme unter der Wirbelsäule, andere unterhalb der Seitenlinie, zwischen den Hälften des Seitenmuskels. Letztere münden sowohl durch einen gemeinschaftlichen Sinus in die *vena caudalis*, als, wie die oberen, in die vorderen grossen Venenstämme.

Bei den Amphibien und Reptilien ist das Lymphgefässsystem ausserordentlich entwickelt und bildet häufiger als bei den übrigen Wirbelthieren grössere Cisternen, oder die Blutgefässstämme werden von den Lymphgefässen ganz umhüllt. Sie sammeln sich zu einem oder zwei, in die vorderen Venenstämme einmündenden *ductus thoracici*. Eine eigenthümliche Erscheinung sind auch die Lymphherzen. Es finden sich deren bei den Fröschen vier, bei den übrigen zwei. Die vorderen Lymphherzen des Frosches liegen auf den Querfortsätzen des dritten Wirbels, unter dem hinteren Ende der Schulterblätter. Die hinteren aller Reptilien liegen oberflächlich oder auch verborgen unter den Rückenmuskeln (z. B. bei *Pseudopus Pallasii*) in der *regio ischiadica*. Ihre rhythmischen Contractionen sind namentlich beim Frosch leicht wahrzunehmen.

Bei den Vögeln spaltet sich ein grosser, vor der Aorta verlaufender Stamm in zwei *ductus thoracici*, welche in die obere Hohlvene gehen. Ein anderer, die Kaudallymphgefässe vereinigender Stamm tritt in die seitliche Kaudalvene. Auch mehrere Vögel (z. B. die Struthionen) besitzen ein contractiles Lymphherz an dem oben erwähnten Kaudalstamme, an dessen Stelle bei den meisten nur eine häutige Erweiterung sich findet.

Die Säugethiere zeichnen sich vor den übrigen Wirbelthieren dadurch aus, dass ihr Lymphgefässsystem sehr reich ist an sogenannten lymphatischen Drüsen (*ganglia lymphatica*), deren Vorkommen an der Hals- und Brustgegend der Vögel nicht sicher ist. Diese Lymphdrüsen haben die grösste Aehnlichkeit mit den amphicentrischen Wundernetzen der Arterien und Venen und liegen meist ebenso zerstreut, aber doch an bestimmten Orten vorzugsweise angehäuft, wie beim Menschen, also namentlich am Halse, in der Achsel, Lendengegend, im Mesenterium. Besonders bei vielen Raubthieren, den Delphinen und Robben entsteht durch die Vereinigung fast aller Mesenterialdrüsen das von seinem Entdecker sogenannte *pancreas Asellii*, aus welchem bei den Robben nur ein

einziger Gang, der *ductus Rosenthalianus*, führt. Aus einer unter dem Zwerchfell befindlichen Lymphcisterne gehen ein oder zwei *ductus thoracici*. Sind es zwei, so vereinigen sie sich bald, und dieser Stamm tritt in die linke Schlüsselbeinvene, während kleinere Zweige in die rechte *vena subclavia* und *jugularis* münden.

Dieselbe Function, wie die Lymphdrüsen, nämlich die farblosen Blutkügelchen zu bilden, hat auch die Milz, welche nur dem *Amphioxus* und den Myxinoiden fehlt.

Respirationsorgane. Ueber die knöchernen Theile des Kiemenapparates der Fische vergl. oben S. 265.

Bei den Cyclostomen tritt das Wasser nicht durch den Mund, sondern durch besondere Gänge mit äusseren Oeffnungen in die platten Kiemensäcke, welche als Ausbuchtungen des Darmes entstehen. Solcher Kiemensäcke sind jederseits sechs bis sieben, und die ihnen das Wasser zuführenden *ductus branchiales externi* gehen entweder (*Petromyzon*, *Ammocoetes*, *Bdellostoma*) von eben so vielen getrennten Athemlöchern aus, oder entspringen von einer gemeinsamen Oeffnung (*Myxine*). In derselben Richtung, wie die äusseren Gänge in die Kiemensäcke eingetreten, verlassen diese die inneren Kiemengänge. Sie münden bei *Petromyzon* in einen besonderen, vor der Speiseröhre liegenden *bronchus*, welcher, von der Mundhöhle durch eine Klappe (*velum*) unvollständig geschieden ist und hinten blind endigt. Nicht die „Speiseröhre" von *Petromyzon*, welche nachträglich entsteht, sondern der Bronchus ist das Homologon der Speiseröhre der übrigen Cyclostomen. Bei ihnen führen die inneren Kiemengänge als *ductus branchiales oesophagei* in die Speiseröhre, aus welcher endlich das Wasser durch einen besonderen, unpaarigen, links gelegenen Kanal, den *ductus oesophogeo cutaneus* entleert wird. Die Mündung dieses Kanals fällt bei *Myxine* mit dem gemeinsamen, bei *Bdellostoma* u. a. mit dem letzten Stigma zusammen.

Auch die Plagiostomen haben keine gemeinschaftliche Kiemenhöhle, sondern von einander getrennte Kiemensäcke, gewöhnlich fünf. Sechs hat *Hexanchus*, sieben *Heptanchus*. Jeder hat eine innere und eine äussere Oeffnung. Die Kammern entstehen durch häutige, von den Kiemenbogen bis zur äusseren Haut reichende Diaphragmen, durch welche auch die beiden Kiemenblättchenreihen auf den Kiemenbogen getrennt werden. Die vorderste, an dem Zungenbeine befestigte Kieme besteht jedoch nur aus einer einfachen

Blätterreihe, und so sind im Ganzen bei den Plagiostomen nur vier und eine halbe Kieme da.

Bei den Ganoiden und Knochenfischen liegen die Kiemen in einer gemeinsamen Höhle, in welche das Wasser durch die zwischen den Kiemenbögen befindlichen Lücken eintritt, während es durch die grössere oder kleinere Spalte zwischen Kiemendeckel und Brustflossen ausläuft. In der Regel trägt jeder der vier Kiemenbögen auf den convexen, der Kiemenhöhle zugewendeten Rande zwei Reihen von Kiemenblättchen, die gewöhnlich nur an der Basis mit einander verwachsen sind und durch zwei sich kreuzende Muskeln gegen einander bewegt werden können. Sie werden durch ein knorpeliges oder knöchernes Stäbchen aufrecht erhalten und haben eine grosse Menge die Oberfläche sehr vermehrender Querfalten, auf denen sich das respiratorische Gefässnetz ausbreitet. Uebrigens aber erhält jedes Kiemenblättchen auch ein ernährendes Gefäss.

Einige der merkwürdigsten Abweichungen in der Zahl der Kiemen sind folgende: Am häufigsten trägt der vierte Kiemenbogen nur eine Halbkieme, bei den *Labroidei cycloidei* und *ctenoidei*, bei vielen Kataphracten, *Cyclopterus*, *Zeus* u. a. Dann kann eine ganze Kieme, vorn oder hinten, ausfallen, wie bei *Lophius*, *Tetrodon*, *Diodon*, *Tribranchus*. *Malthe* hat nur zwei und eine halbe, *Amphipnous* nur zwei Kiemen, davon die eine unvollständig.

Eine respiratorische Kiemendeckelkieme besitzen viele Ganoiden (Störe und *Lepidosteus*). (Siehe oben.)

Aeussere Kiemenfäden finden sich bei den Embryonen der Plagiostomen und bei *Lepidosiren annectens*.

Einzelne Fische, namentlich solche, die im Stande sind, längere Zeit an der Luft zu leben, haben accessorische Athemorgane. Nämlich:

a. Respiratorische Nebenkiemen besitzt eine Familie der Knochenfische *(Labyrinthici,* wohin *Anabas, Osphronemus* u. a.), bei denen die vorderen oberen Schlundknochen siebbeinartige Labyrinthe bilden, ausgekleidet mit Schleimhaut, deren Arterien und Venen sich wie die Kiemengefässe verhalten. Baumförmige Nebenkiemen hat *Heterobranchus* am oberen Stücke des zweiten und vierten Kiemenbogens. In sie gehen Zweige der Kiemenarterien, und ihre Venen ergiessen sich in die Kiemenvenen.

b. Lungenartige Athemorgane haben *Amphipnous* Müll. und *Heteropneustes* Müll. *(Saccobranchus* Val.) als gefässreiche, mit der Kiemenhöhle zusammenhängende Säcke. Von diesem Or-

gan des *Amphipnous* ist es jedoch noch ungewiss, ob es zur Wasser- oder Luftathmung diene.

Kiemen der Amphibien.

Alle Amphibienlarven athmen durch äussere Kiemen, die meist büschel- oder quastförmig sind. Sie verschwinden bei den Fröschen und Salamandrinen gänzlich, nachdem bei den Froschlarven innere Kiemen erschienen sind. Bei den Derotreten bleibt eine Kiemenspalte; die Perennibranchiaten behalten aber die Kiemenbüschel fortwährend neben den Lungen.

Schwimmblase. Lungen und ihre Eingänge.

Schwimmblase und Lunge sind homologe Bildungen, obgleich sie, mit einer einzigen Ausnahme, functionell aus einander gehen. Sie entstehen als Ausstülpungen des vorderen primitiven Darmrohres.

Die Selachier besitzen nur ein Schwimmblasenrudiment oberhalb des Schlundes und in diesen einmündend. Die Ganoiden haben sie allgemein, von den Knochenfischen die meisten. Die Verbindung mit dem Oesophagus oder sogar dem Magen (Stör) ist bei den Stören noch überall erhalten, geht aber bei den Knochenfischen, mit Ausnahme der mit einem Luftgange versehenen Ordnung *Physostomi* verloren. Sie wird aus zwei Häuten gebildet, einer inneren Schleimhaut und einer fibrösen Haut. Ihre Form hat nichts Constantes. Am gewöhnlichsten nur aus einer Abtheilung bestehend, kann sie auch, bei *Amia,* in viele Kammern und Zellen zerfallen. Am häufigsten ist sie durch eine Einschnürung in zwei hinter einander gelegene Kammern getheilt. Ueber ihre Verbindung mit dem Gehörorgan s. oben. Sie scheint vornehmlich ein Hülfs-Bewegungsorgan zu sein, ein hydrostatischer Apparat, durch welchen das Steigen und Sinken regulirt wird. Dies tritt besonders bei den Fischen deutlich hervor, die mit einem besonderen Apparat zur Verengerung und Erweiterung der Schwimmblase versehen sind. So wird z. B. bei mehreren Welsen *(Auchenipterus, Doras, Malapterurus* u. a.) die vordere Abtheilung der Schwimmblase durch einen, wie eine Sprungfeder wirkenden Knochen eingedrückt, der am ersten Wirbel befestigt ist. Wird die Feder durch einen Muskel gehoben, so wird die Schwimmblase vorn ausgedehnt, und zugleich folgt daraus die Hebung des vorderen Körperendes. Das-

selbe wird bei den Ophidiern durch eine, wie ein Stöpsel wirkende Vorrichtung erreicht.

Die Schwimmblase der Dipnoi wird zur Lunge, indem sie während der trocknen Jahreszeit Luft aufnimmt, und ihr venöses Blut zur Umwandlung in arterielles zugeführt wird. Sie ist nun morphologisch und physiologisch der Lunge der Amphibien homolog, von welcher sie auch in den feineren Texturverhältnissen nicht wesentlich abweicht.

Bei allen übrigen Wirbelthieren, welche eine Stimme haben, ist ein Theil des Lungeneinganges zum Stimmapparat geworden.

Eine Scheidung in Kehlkopf und Luftröhre kann man an der Eingangsröhre in die Lungen der Amphibien noch nicht wahrnehmen. Der Eingang ist nur eine häutige, bei den geschwänzten Batrachiern mit nur wenigen, bei den ungeschwänzten mit mehr Knorpeln und rudimentären Tracheal- und Bronchialringen versehene Höhle, die sogenannte Stimmlade.

Die Sonderung zwischen Kehlkopf und Luftröhre tritt bei den Reptilien stärker hervor, indem man denjenigen Theil des Eingangskanals in die Lungen als Kehlkopf bezeichnet, dessen Knorpel ein durch senkrechte Leisten zusammenhängendes Gerüst bilden. Diese einzelnen Theile kann man nach den entsprechenden Kehlkopfknorpeln der höheren Thiere benennen.

Stimmbänder fehlen den geschwänzten Batrachiern, den Ophidiern, Cheloniern und vielen Sauriern. Am entwickeltsten haben auch sie die Chamäleonten und Geckos. Mit der Luftröhre lassen sich auch die Bronchien bei den Reptilien bestimmter unterscheiden, und nur bei mehreren Schlangen (z. B. *Coluber*, *Vipera)* findet, wegen der zelligen Beschaffenheit dieser Theile, ein unmerklicher Uebergang derselben in die Lunge statt. Die Knorpelringe an Luftröhre und Bronchien sind bald unvollständig, bald geschlossen.

Mit Ausnahme der eben erwähnten Schlangen und der Proteiden, deren häutige Bronchien auch allmählig in die Lungensäcke übergehen, sind die Lungen der Amphibien und Reptilien deutlich von ihren Eingangskanälen getrennt. Ihre Form richtet sich im Allgemeinen nach der Form der Thiere. Sie werden vom Bauchfelle überzogen. In den meisten Fällen sind zwei Lungen von gleicher Grösse da; bei den Cöcilien, vielen Sauriern und Ophidiern tritt die eine gegen die andere zurück, und viele Schlangen (darunter z. B. *Vipera, Typhlops)* besitzen nur eine sehr lange Lunge.

Die Lungen der Amphibien und Reptilien sind nur gradweis verschieden. Sie sind bei den Tritonen, *Proteus*, *Menobranchus* blosse sackartige, innen völlig glattwandige Erweiterungen des Luftröhrenastes. Bei den übrigen Amphibien, der Blindschleiche und Eidechse wird die innere Fläche durch polygonale Leisten und Maschen vermehrt, welche sich bei den Schildkröten zu zwei Reihen, nur von der Bronchusfortsetzung zugänglicher Blindsäcke complicirеn. Bei den Crokodilen sind diese sackartigen Lufträume zu rundlichen Gängen eingeengt.

Bei den Vögeln führt eine hinter der Zunge liegende, gewöhnlich mit hornartigen Papillen besetzte Längsspalte in den oberen Kehlkopf. Seine festen Theile bestehen aus mehreren, bei den alten Vögeln ossificirten Knorpeln, welche den Kehlkopfknorpeln der Säugethiere zum Theil entsprechen. Eine vordere grössere Platte hängt bei jungen Vögeln mit zwei, die hintere Wand des Kehlkopfes bildenden Stücken zusammen, die sich nach Beginn der Ossification loslösen. Alle drei entsprechen dem Schildknorpel *(cartil. thyreoidea)*. Ein zwischen die beiden hinteren Ränder der Seitentheile tretendes Ausfüllungsstück ist das Analogon des Ringknorpels *(cart. cricoidea)*; darauf sitzen zwei längliche Giesskannen-Knorpel oder Knochen *(cart. arytaenoideae)*.

Die Luftröhre hat gewöhnlich vollständige, häufig verknöcherte Ringe. Sie zeigt bei einigen Vögeln, z. B. bei *Mergus*, mittlere Erweiterungen, bei anderen macht sie beträchtliche Biegungen und Windungen, entweder unter der Haut (z. B. *Tetrao urogallus)* oder im Brustbein *(Grus cinerea)*, seltener in der Gabel *(Numida cristata)* oder auch in der Brusthöhle *(Platalea leucorodia)*. *Casuarius novae Hollandiae* besitzt am mittleren Theile der Luftröhre einen grossen häutigen Sack, welcher mit ihr durch eine, mehrere Ringe trennende Längsspalte communicirt.

Von den beiden Muskelpaaren der Luftröhre, welche als Niederzieher wirken, entspringt das eine, weniger beständige von der Gabel oder dem unteren Kehlkopfe und begleitet die ganze Luftröhre *(m. ypsilo trachealis)*. Das andere ist kürzer, entspringt vom Brustbein und geht, wie das vorige, an die Seiten der Luftröhre *(m. sternotrachealis)*.

Das eigentliche, nur wenigen Vögeln (z. B. Struthionen und Störchen) fehlende Stimmorgan ist der sogenannte untere Kehlkopf, der nur selten *(Steatornis, Crotophaga)* paarig in den beiden Bronchien, oder allein in dem unteren Theile der Luftröhre

(Thamnophilus u. a.), gewöhnlich an der Uebergangsstelle der Luftröhre in die Bronchien sich vorfindet *(larynx bronchotrachealis).*

Durch eine festere Verbindung oder auch Verschmelzung der letzten Luftröhrenringe wird das Ende der Luftröhre zu der fast vierseitigen Trommel, mit der bei den Männchen vieler Taucher und Enten unsymmetrische Knochenblasen, sogenannte Pauken und Labyrinthe zusammenhängen. Von der Theilungsstelle der Trommel in die beiden Bronchialäste erhebt sich in der Regel eine die Trommel in zwei Seitenhälften theilende Knochenplatte, der Bügel oder Steg. Er fehlt den Papageien. Bei ihnen wird durch eigenthümliche, an den unteren Seitenrändern der Trommel und an den Bronchien befestigte Knochenbogen und eine zwischen ihnen ausgespannte Membran *(membrana tympaniformis externa)* eine einfache Stimmritze gebildet. Zwei Muskelpaare heben die Bronchien und verengern die Stimmritze, ein Paar erweitert sie.

Zwischen den Rändern des nach unten gerichteten Ausschnittes des Bügels ist der obere Theil der Innenwand jedes Bronchus ausgespannt, die innere Paukenhaut. Ihr gegenüber liegt eine äussere Paukenhaut. Theils bildet diese, theils, wenn sie fehlt, die Verbindungshaut zweier Bronchialringe die äussere Lippe der Stimmritze, bei verkürzter Luftröhre. Das innere, weniger entwickelte *labium glottidis* ist eine von der *membrana tympaniformis interna* oder dem Bügel abgehende Falte von elastischem Gewebe. Eine manchen Singvögeln eigenthümliche Membran erhebt sich auf dem Bügel als *membrana semilunaris.*

Der die genannten Theile bewegende, erweiternde und verengernde Muskelapparat zeigt die grösste Mannichfaltigkeit. Bei vielen Vögeln (Hühnern, Enten, Gänsen) finden sich nur die *mm. ypsilotracheales* und *sternotracheales.* Bei anderen (Raubvögeln, vielen *Scansores, Coracias, Caprimulgus, Cypselus* u. a.) kommt ein Muskelpaar hinzu, die *m. broncho-tracheales.* Sehr viele Singvögel haben fünf Paar eigenthümlicher Kehlkopfmuskeln, doch ist auf die gleichmässige Anzahl dieser Muskeln keine systematische Eintheilung zu gründen, indem namentlich die amerikanischen Passerinen einen weit einfacheren Muskelapparat als unsere einheimischen besitzen.

Die Lungen sind nur an ihrer Bauchfläche von einer Pleura überzogen, mit der Rückenfläche liegen sie auf beiden Seiten der Wirbelsäule den Rippen an; sie sind durch Zellgewebe an Wirbel und Rippen befestigt, welche bleibende Eindrücke auf ihnen hervor-

bringen. Durch die Art der Bronchialverzweigung ist die Vogellunge wesentlich von der der Säugethiere verschieden, und schliesst sich an die Reptilien an. Der die Lunge durchsetzende und hinten in den Hinterleibsluftsack mündende Hauptluftgang giebt seitliche Röhren ab, und findet überhaupt keine baumförmige Verzweigung statt. Das eigentliche respiratorische Gewebe ist in den dicken Wandungen der sogenannten Lungenpfeifen enthalten, langgestreckten sechskantigen Röhren.

Sehr allgemein können von der Lunge aus grosse häutige Säcke, Ausstülpungen der Bronchienwandung, die zum Theil Eingeweide einschliessen, mit Luft angefüllt werden. Die Anordnung dieser Luftzellen oder Luftsäcke ist wenig veränderlich. Sie dringen auch in die Knochen, aus denen das bei den jungen Vögeln vorhandene Mark allmälig verschwunden ist. „Pneumatisch" sind namentlich die Schädelknochen und das Oberarmbein, weniger häufig das Oberschenkelbein, nie das Jochbein. Bei *Buceros* sind fast alle Knochen luftführend [1]).

Stimm- und Athemorgane der Säugethiere verhalten sich im Wesentlichen wie beim Menschen. Von den Kehlkopfknorpeln sind die beim Menschen seltenen *cartilagines Wrisbergianae* ziemlich häufig. Dem Menschen fehlende Knorpel sind die auf dem hinteren Rande der Giesskannenknorpel einiger Säugethiere vorhandenen *cartilagines sesamoideae* und die unpaare *cartilago interarticularis* zwischen den Giesskannenknorpeln, über dem Ringknorpel.

Nur die ächten Cetaceen besitzen keine Stimmbänder; die oberen fehlen unter anderen vielen Wiederkäuern (Hirsch, Rind, Schaf, Ziege), wogegen bei diesen die unteren in elastische Platten verwandelt sind. Viele Säugethiere sind durch accessorische, die Stimme verstärkende Säcke am Kehlkopf ausgezeichnet, die theils zwischen Schild- und Ringknorpel, theils zwischen Schildknorpel und Kehldeckel vom Kehlkopf austreten. Letzteres ist z. B. der Fall mit den drei, durch eine Erweiterung der Morgagni'schen Ventrikel entstehenden Luftsäcken des Brüllaffen *(Mycetes)*, deren mittlerer sich in eine Aushöhlung des Zungenbeinkörpers begiebt.

Die Länge der Luftröhre, wie die Zahl der in ihr enthal-

1) Bei der Respiration der Vögel wird die Ventilation wesentlich durch Erweiterung und Verengerung der Luftsäcke, besonders der mittleren bewirkt, während der parenchimatöse Theil der Athmungsorgane, die Lunge, nur geringe Volumsschwankungen zeigt. Strasser, Ueber die Luftsäcke der Vögel. Morph. Jbch. III. 1877.

tenen, gewöhnlich nicht geschlossenen Knorpel, richtet sich im Allgemeinen nach dem Verhältniss des Halses. Nur *Bradypus tridactylus* hat eine gewundene Luftröhre. Die Knorpel ossificiren in der Regel nicht. Die gewöhnliche Asymmetrie der beiden Bronchien, indem die rechte kürzer, aber weiter als die linke ist, hängt von der Asymmetrie der Lungen ab. Wie beim Menschen ist die rechte gewöhnlich die grössere. Die Zahl der Lungenlappen ist gewöhnlich grösser als beim Menschen. Die Bronchien vertheilen sich baumförmig; die feinsten Verzweigungen endigen wie beim Menschen, mit Bläschen.

Harn- und Geschlechtswerkzeuge[1]). Die Theile des Urogenitalsystems der Wirbelthiere, namentlich die Ausführungsgänge, stehen in engster Beziehung zu einander. Entwicklung und Morphologie der Harnorgane — als „Segmentalorgane" — haben neuestens ein besonderes Interesse erregt, weil darin Anknüpfungspunkte für die Stammesverwandtschaft der Wirbelthiere und Anneliden gesehen werden. Die anfänglich indifferente Keimdrüse kann in Zwitterbildung übergehen, und daraus und aus der gleichmässigen Anlage des Ausführungsapparates für beide Geschlechter kann auf ursprünglichen Hermaphroditismus geschlossen werden.

Isolirt stehen einstweilen noch die Leptocardier und Cyclostomen.

Die Nieren des *Amphioxus* sind mehrere kleine in der Nähe des *porus abdominalis* befindliche Drüsen. Sie sowohl, wie die Nieren der Cyclostomen stehen ausser aller Verbindung mit dem Geschlechtsapparate. Unter den Cyclostomen verhalten sich die Myxinoiden einfacher als die Petromyzonten. Die Nieren der ersteren sind isolirte, von Kapseln umschlossene Gefässknäuel. Ein enger kurzer, von der Kapsel ausgehender Kanal geht in eine sackförmige, in den langen Harnleiter mündende Erweiterung über.

Bei den Leptocardiern und Cyclostomen werden Eier und Samen durch Dehiscenz frei; die Ausleerung geschieht bei *Amphioxus* durch den Mund, bei den Cyclostomen durch einen hin-

1) Balfour, On the origin and history of the Urogenital-Organs of Vertebrates. Journal of Anat. and Physiol. X. 1. 1875.

Semper, Das Urogenitalsystem der Plagiostomen. Würzburg 1875.

M. Fürbringer, Excretionsorgane der Vertebraten. Morph. Jbch. 1878. (Kritik d. ob. Arbeiten und der Semperschen Hypothese. Dazu Repliken und Gegenrepliken.)

ter dem After gelegenen *porus genitalis*. Dasselbe findet, jedenfalls in Folge einer Verkümmerung, bei den Aalen statt.

Für alle übrigen Wirbelthiere bilden die Selachier den Ausgangspunkt für die Vergleichung und das Verständniss. Das ganze Urogenitalsystem entwickelt sich aus einer dem mittleren Keimblatt angehörigen Zellmasse. Es entsteht zuerst jederseits ein Längsgang mit Oeffnung in die Leibeshöhle, der Urnierengang, und fast gleichzeitig eine Reihe von Quergängen (Semper's Segmentalorgane), Schläuche mit einer Tuben-Mündung in die Leibeshöhle. Sie bilden in ihrem mittleren Theile Knäuel, die Theile der Urniere oder der Wolfschen Körper, und münden mit dem andern, anfänglich blinden Ende in den Urnierengang. Letzterer hat sich in die Kloake geöffnet und zerfällt durch eine Längstheilung in den Wolfschen Gang, den Ausführungsgang der Niere, und den Müllerschen Gang. Dieser, vollständig nur beim Weibchen entwickelt, ist der Eileiter, der für sich in die Kloake führt.

Beim männlichen Selachier verkümmert der Müllersche Gang. Dem Hoden aber wachsen die offenen Enden der vorderen Paare jener Segmentalorgane an und verbinden ihn als *vasa efferentia* mit dem Harnleiter, der dadurch zugleich zum Samenleiter wird. Dieses geschieht so. Die Urniere gliedert sich in zwei Abtheilungen; die vordere oder die Leydigsche Drüse wird zum Nebenhoden und eben ihr Ausführungsgang, der Leydigsche Gang ist Samenleiter, während der oder die Ausführungsgänge des hinteren Abschnittes oder der eigentlichen Niere erst in das untere Ende des Leydigschen Ganges einmünden.

Bei den meisten Ganoiden scheint sich, wie bei den Selachiern, der Urnierengang in zwei Gänge zu theilen, und es dienen die zwei Müllerschen Gänge, am oberen Ende mit Abdominalöffnungen versehen, bei beiden Geschlechtern als Ausführungsröhren für die Geschlechtsproducte. Die Verbindung dieser Gänge mit den Harnleitern ist nach den Gattungen verschieden. Bei *Lepidosteus* sind die Ausführungsgänge beider Geschlechtsdrüsen in unmittelbarer Verbindung mit der Wandung dieser Drüsen, was auch bei den meisten Knochenfischen der Fall ist. Da allem Anscheine nach bei ihnen der Urnierengang ungetheilt bleibt, so lässt sich jener Ei-Samen-Leiter nicht einem der Ausführungsgänge der Plagiostomen (und der übrigen Wirbelthiere) homolog stellen.

Der Urnierengang der Amphibien verhält sich wie bei den Selachiern. Die Niere erscheint als eine zusammenhängende Masse mit sehr zahlreichen, bis 300, wimpernden Oeffnungen oder Segmentaltrichtern, wodurch die directe Vergleichung mit den Segmentalorganen der Anneliden sehr misslich wird. Die Trennung des Urnierenganges in den Müllerschen und den Leydig-Wolfschen Gang schreitet bei den Amphibien nicht so weit vor, als bei den Selachiern, so dass sie vor ihrer Einmündung in die Kloake vereinigt bleiben. Auch geschieht die Bildung der beiden definitiven Gänge nicht durch einfache Spaltung, sondern dadurch, dass die Nieren-Quergänge mehr und mehr nach hinten umbiegen und sich zu einem kurzen gemeinschaftlichen Harnleiter vereinigen. Die Trennung der Gänge ist beim ♀ schärfer als beim ♂. Das Drüsenrudiment der Kopfniere, der vordersten Urnierenportion verschwindet gewöhnlich, bleibt aber beim männlichen Salamander auf dem rudimentären, bei den Männchen aller Amphibien sichtbaren Müllerschen Gange zurück. Eine an die Verhältnisse der Selachier anschliessende Eigenthümlichkeit ist, dass die Ausführungsgänge der Hoden in die Niere gehn und von da durch deren Ausführungsgänge der Samen in die Harnleiter geführt wird. (Fig. 103.)

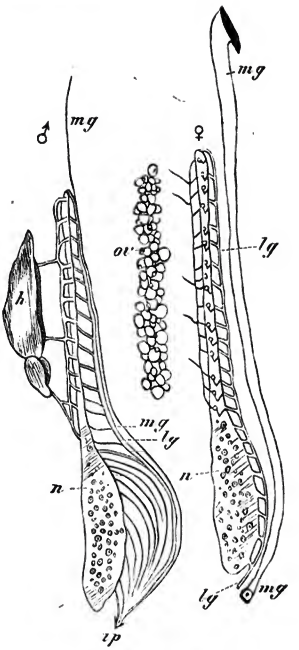


Fig. 103. Urogenitalorgane der geschwänzten Amphibien (n. Spengel). *h* Hode; *ov* Eierstock; *n* Niere; *mg* Müllerscher Gang; *lg* Leydigscher Gang; *ip* Urogenitalpapille.

Bei den Amnioten scheint der Müllersche Gang unabhängig vom Urnierengang zu entstehen. Es giebt eine Entwicklungsstufe, wo, wie bei den Anamnien, die Urnieren zugleich mit den später auftretenden definitiven Nieren bestehn. Bei

den Weibchen werden die Müllerschen Gänge die Eileiter. Urniere und ihr Ausführungsgang atrophiren bei vielen Vögeln bis auf das Parovarium und Rudiment des Ausführungsganges. Auch wird bei den Männchen der Vögel der Müllersche Gang meist völlig atrophirt.

Der Urnierengang (Wolfsche Gang) wird zum Samengang und sein vorderer Theil bildet den Nebenhoden *(epididymis)*.

Die bei allen Vögeln sich findende kurze und muskulöse Abtheilung des linken Eileiters, in welchem die Kalkschale sich bildet, kann man als Eihalter *(uterus)* bezeichnen; indessen zeichnet sich erst die Klasse der Säugethiere dadurch aus, dass bei ihnen ein eigener *canalis genitalis* als oberes Ende des gemeinschaftlichen *canalis s. sinus urogenitalis* sich abzweigt. Die obere Partie des *canalis genitalis* ist der die Tuben aufnehmende Fruchthalter, die untere die Scheide, während der Scheidenvorhof der weiblichen Säugethiere der *canalis urogenitalis* ist.

Das Ueberbleibsel der Urnieren sind bei den weiblichen Säugethieren das Rosenmüllersche Organ (Nebeneierstock), die Urnierengänge gehn aber bei den weiblichen gewöhnlich ganz verloren, und nur bei den Wiederkäuern, Einhufern und Schweinen bleiben Rudimente als die Gartnerschen Kanäle.

Bei den männlichen Säugethieren werden die Urnierengänge ebenfalls zu den Samenleitern und es persistirt der obere Theil der Urnieren als Nebenhode. Aber auch die Müllerschen Gänge sind noch bei dem geschlechtsreifen Thiere nachweisbar. Bei vielen Säugethieren, Nagern und beim Menschen öffnet sich zwischen den in die Harnröhre eintretenden Harnleitern ein kleiner Schlauch *(utriculus prostaticus, uterus masculinus)*, welcher sammt den seitlich aus ihm hervortretenden rudimentären Gängen aus dem Müllerschen Gängen stammt.

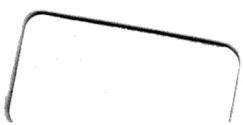
Die Ausbildung der Begattungsorgane hält ungefähr gleichen Schritt mit der allmäligen Differenzirung der Kloake und des *sinus urogenitalis*. Sie sind daher in unvollkommener Weise zu finden bei den Reptilien. Hier haben die Eidechsen und Schlangen eine doppelte, der Hinterwand der Kloake angehörige Ruthe. Diese liegt einfach an der Vorderwand des Kloakenrohres bei den Schildkröten und Crokodilen, versehen mit einer den Samen leitenden Rinne. Aehnlich verhält sich die Ruthe derjenigen Vögel, welche überhaupt eine solche besitzen (Strausse, Enten, Gänse).

Weiter ausgebildet ist bei allen diesen Thieren die der Anlage nach mit der männlichen Ruthe übereinstimmende *clitoris*.

Erst bei den Säugethieren (mit Ausnahme der *Monotremata*) kommt es zu mehr oder minder (Nager) vollständiger Trennung des anfänglichen Kloakenraumes, und in der Modificirung des *sinus urogenitalis* bleiben die weiblichen auf einem niedrigeren Zustande stehn.

FROMMANN'SCHE BUCHDRUCKEREI (HERMANN POHLE)
IN JENA.

Digitized by Google



Digitized by Google